

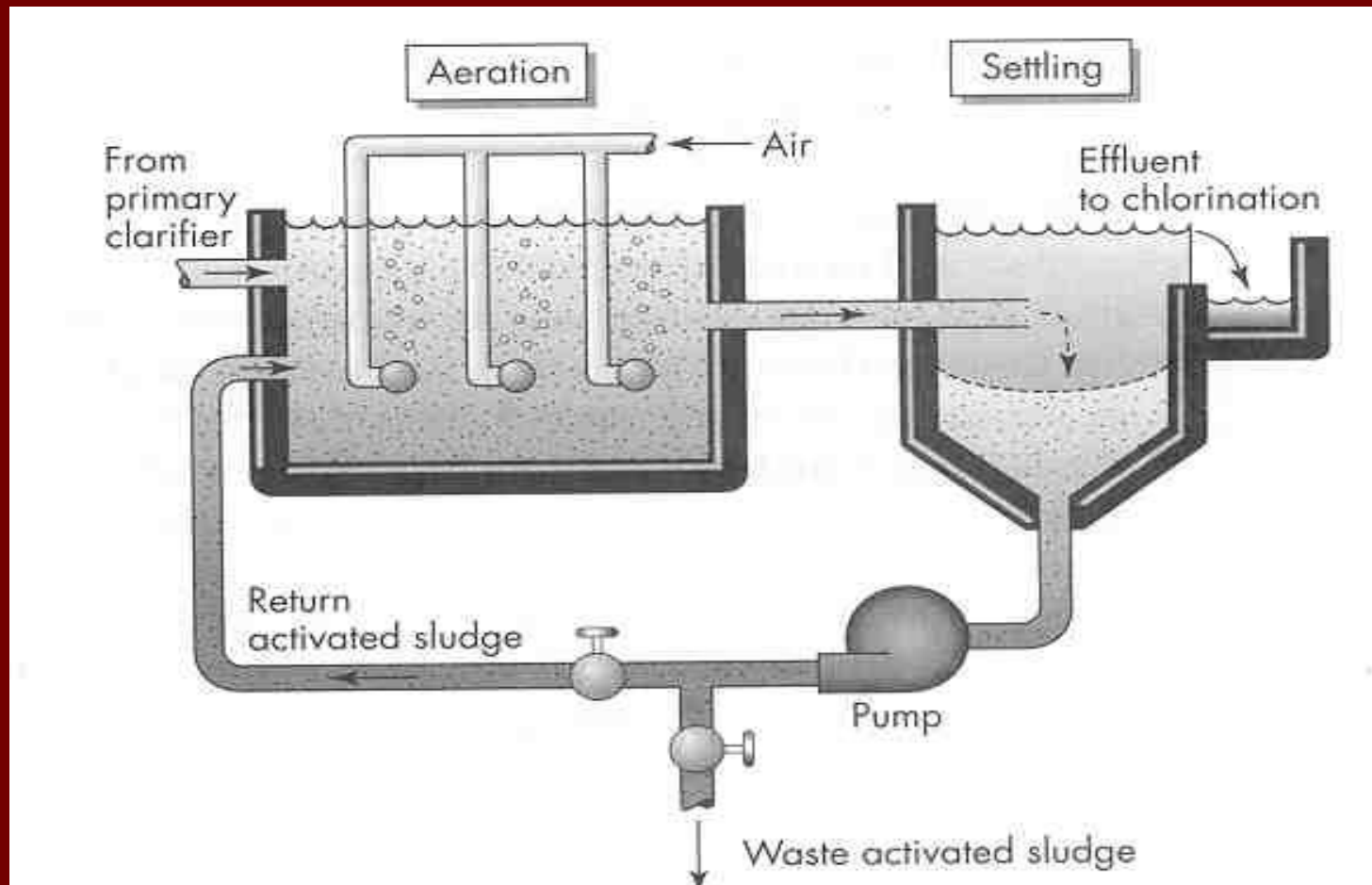
Bulking and Foaming

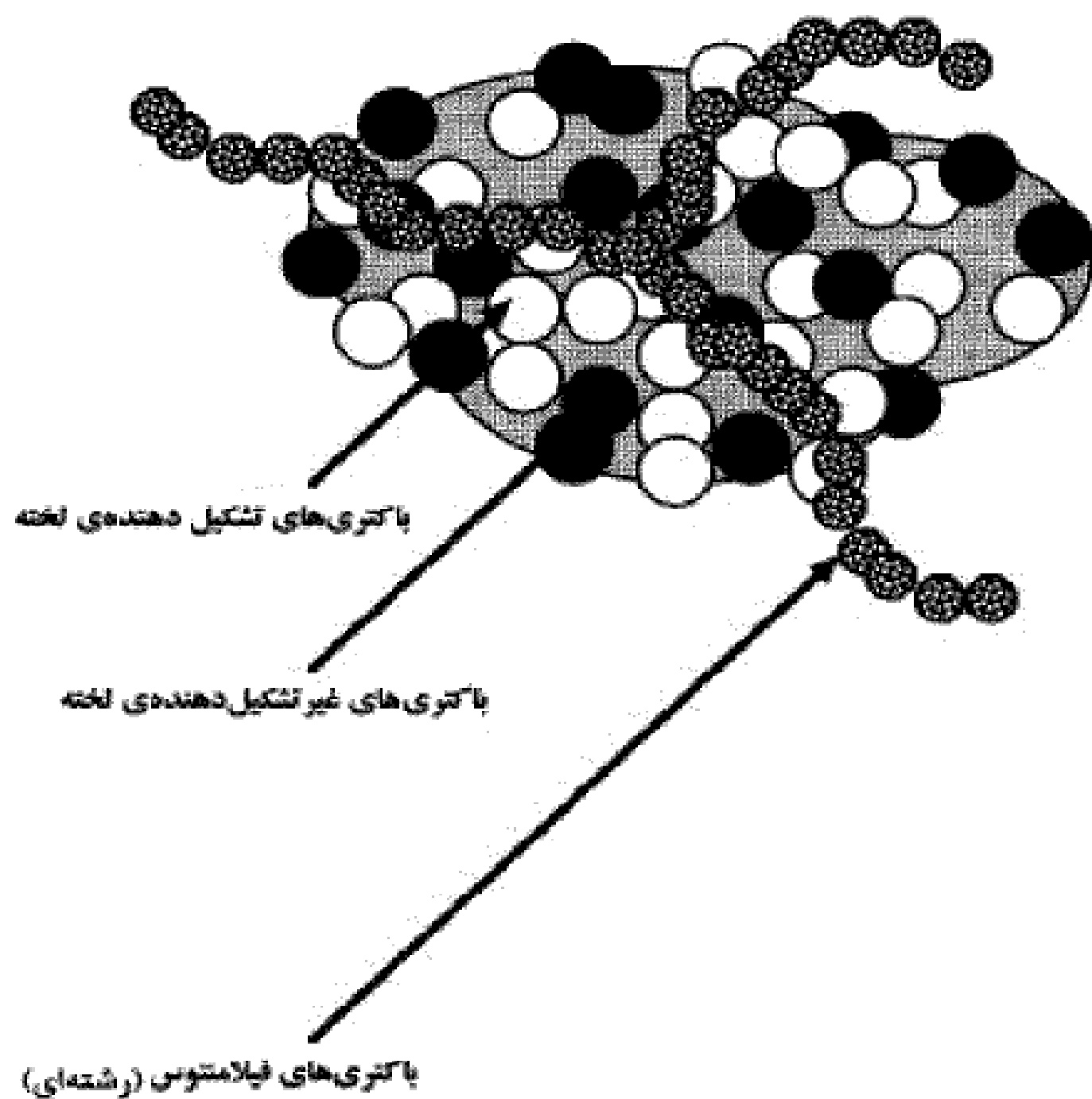
In Wastewater Treatment Plant



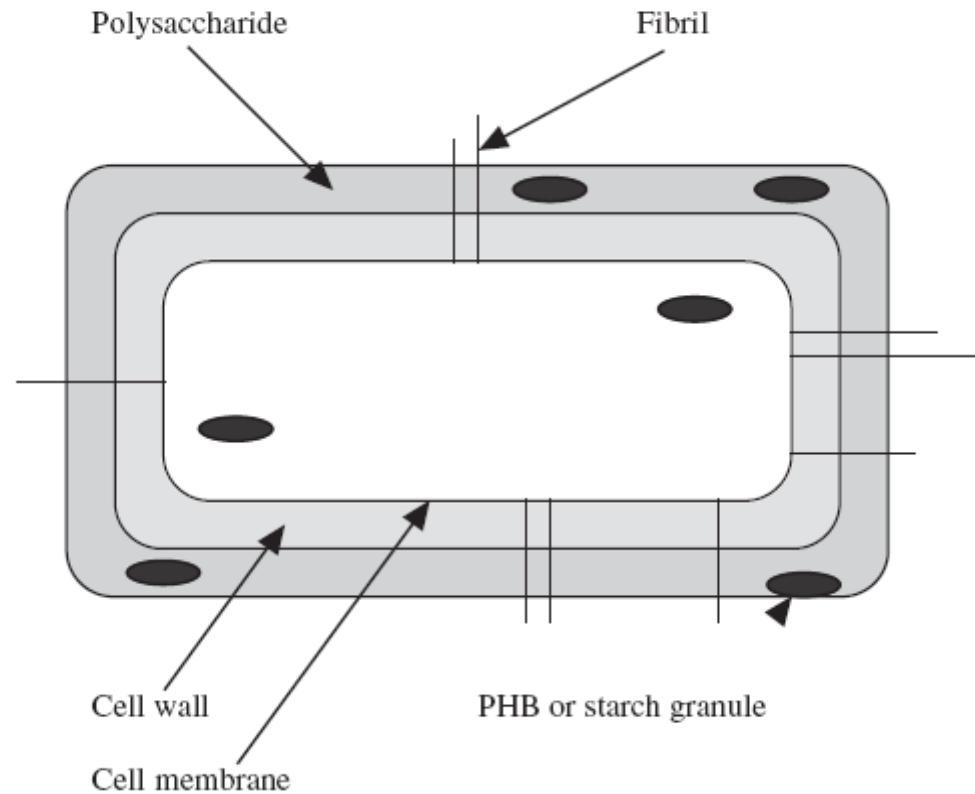
فرآیند لجن فعال

Activated Sludge Process

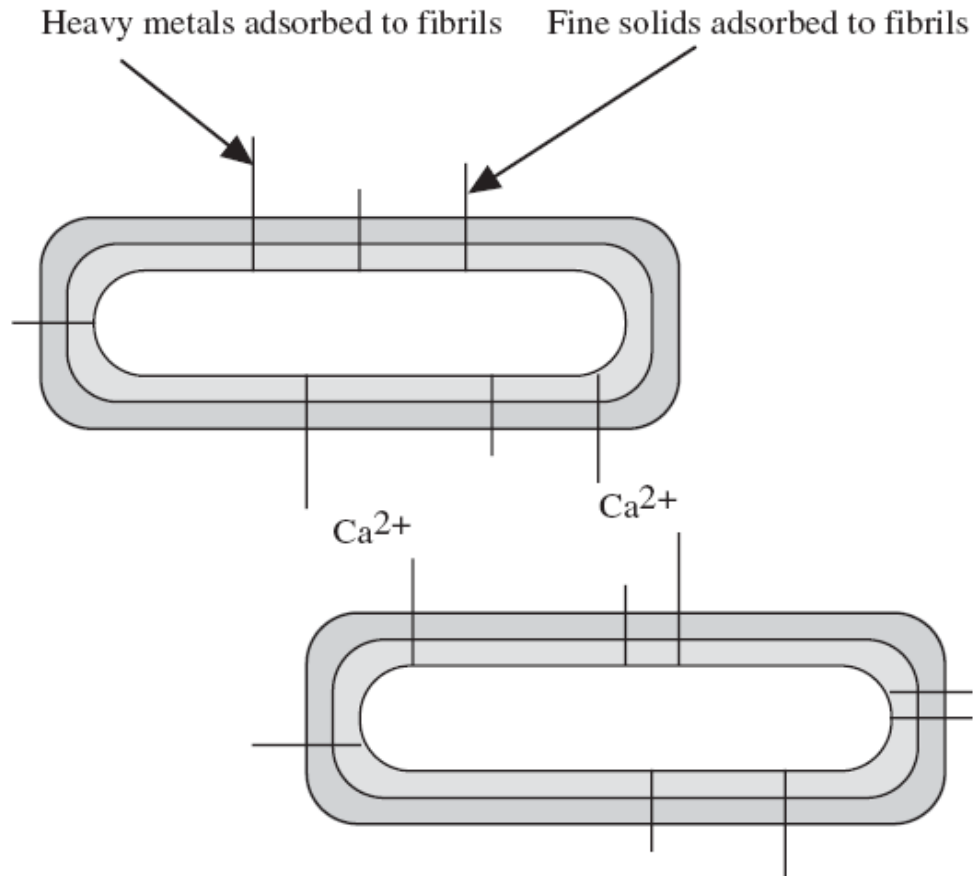


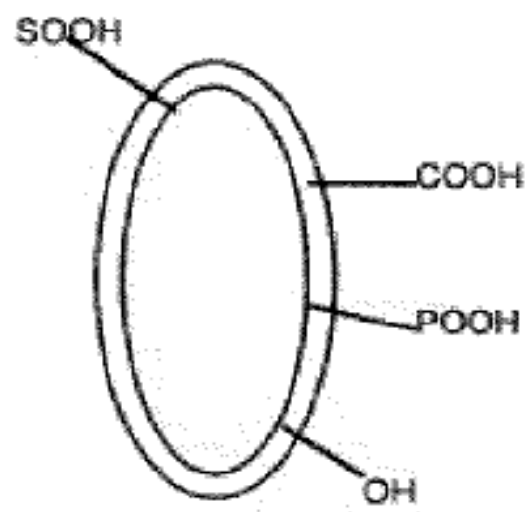


Necessary cellular components for the initiation of floc formation.

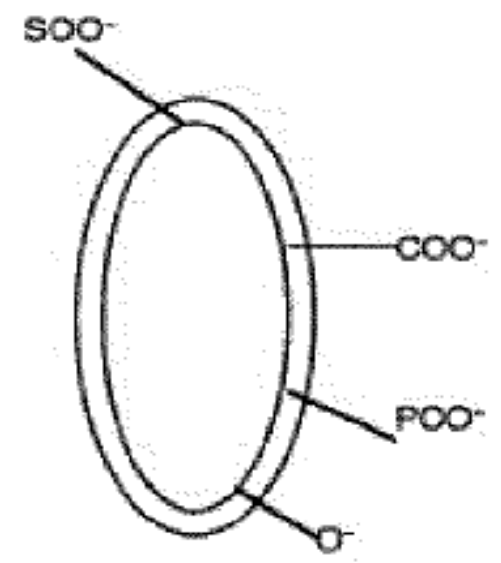


Joining of bacterial fibrils.

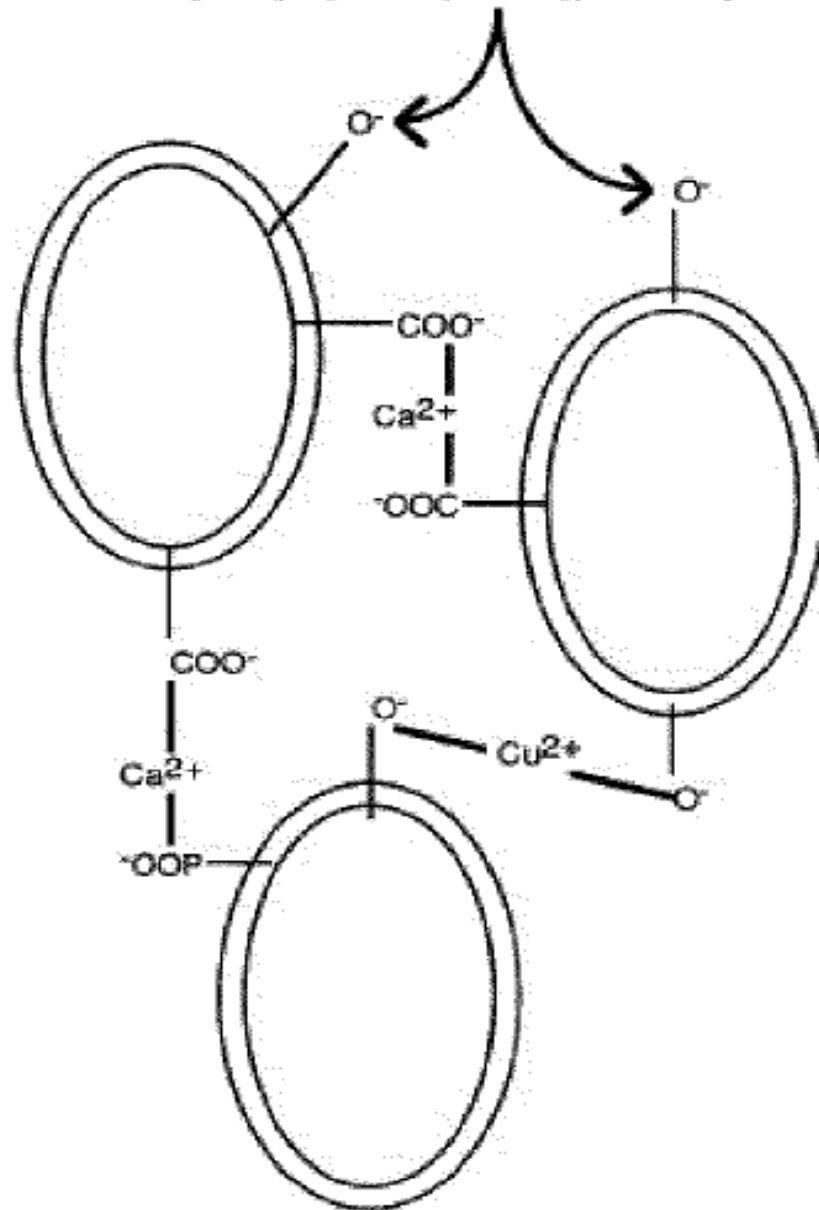




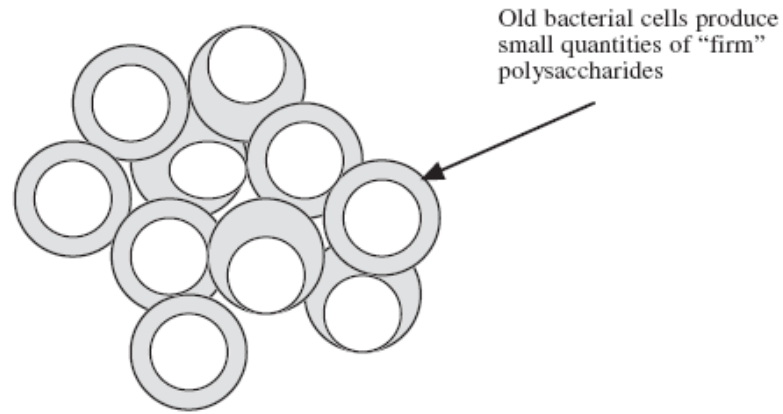
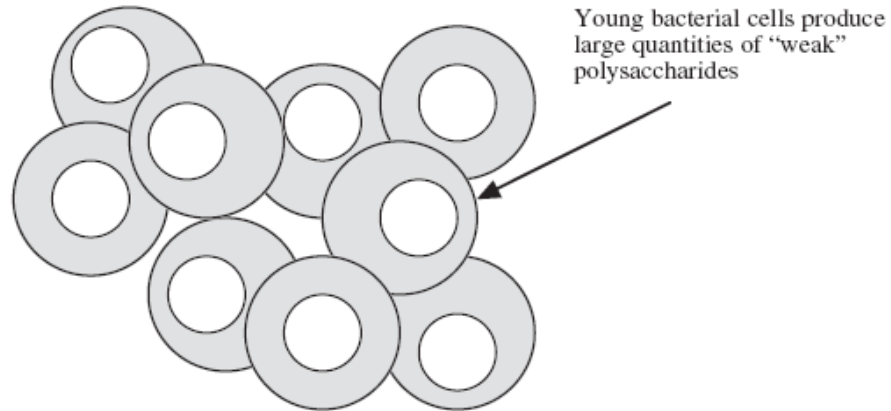
یونیزاسیون گروههای شیمیایی تعیین کننده بخاطر pH مایع مخلوط



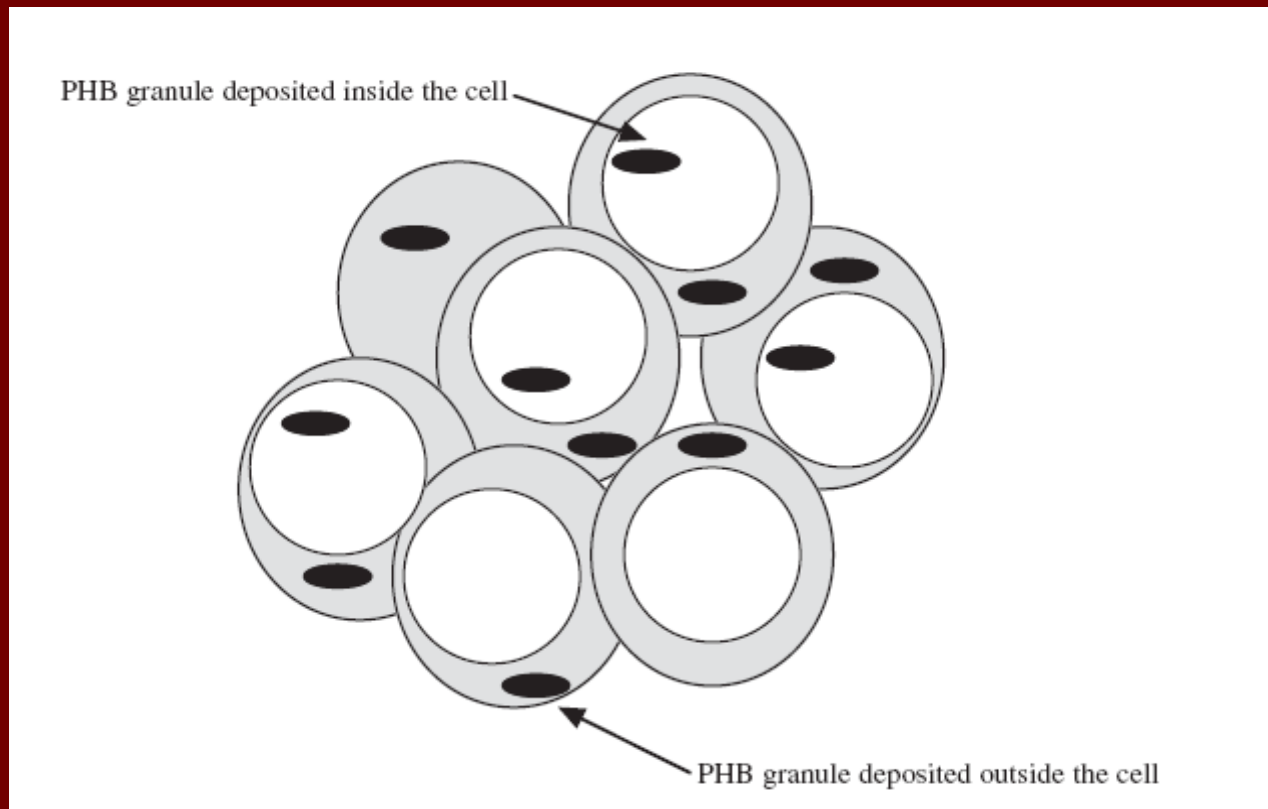
کلوئیدها، رشد پراکنده، فلزات سنگین، مواد معلق

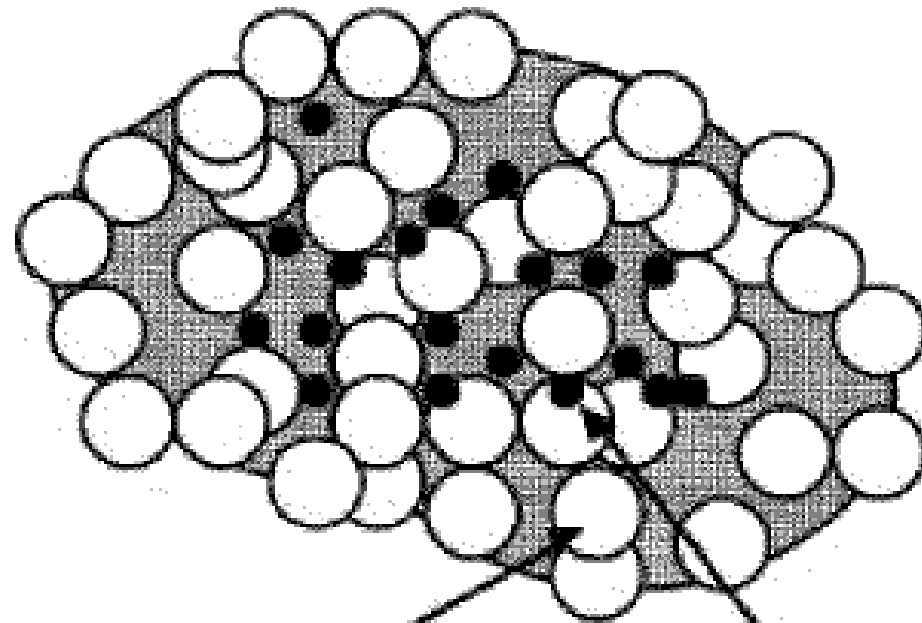


Joining of polysaccharides



Polyhydroxybutyrate (PHB) deposition.

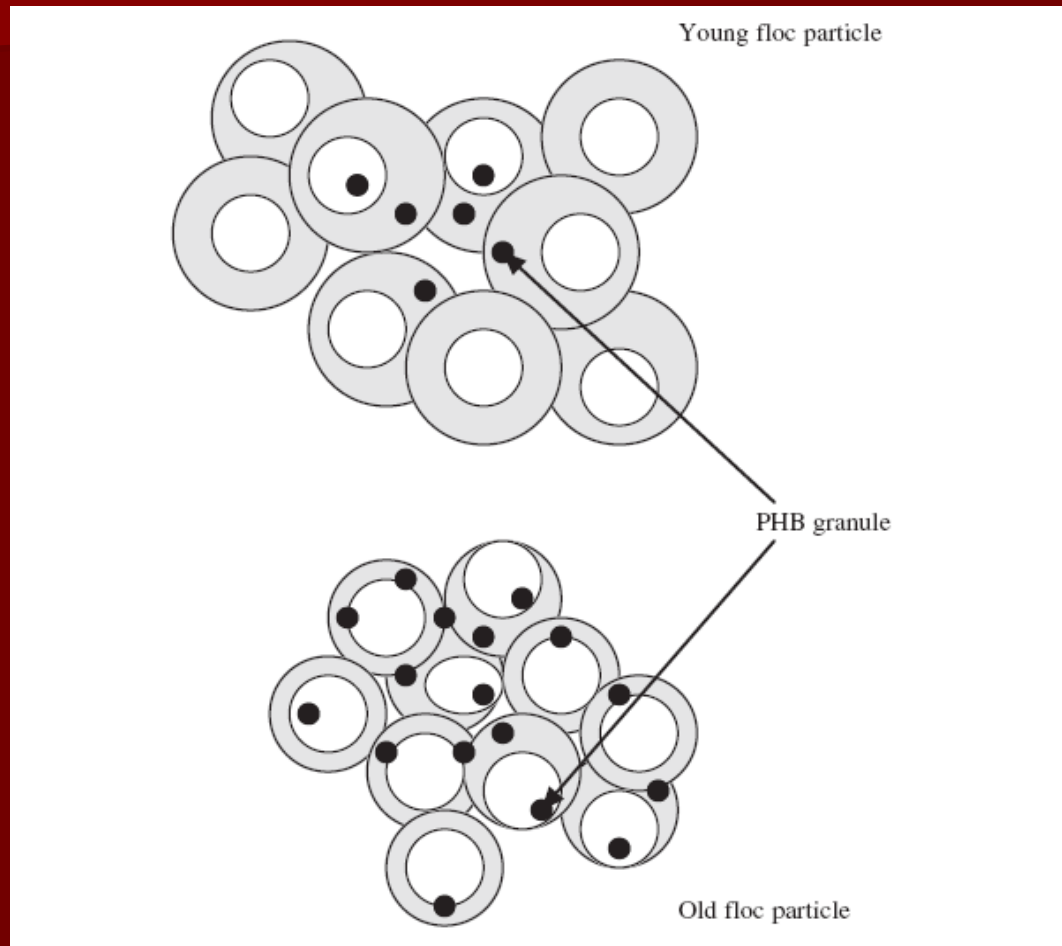




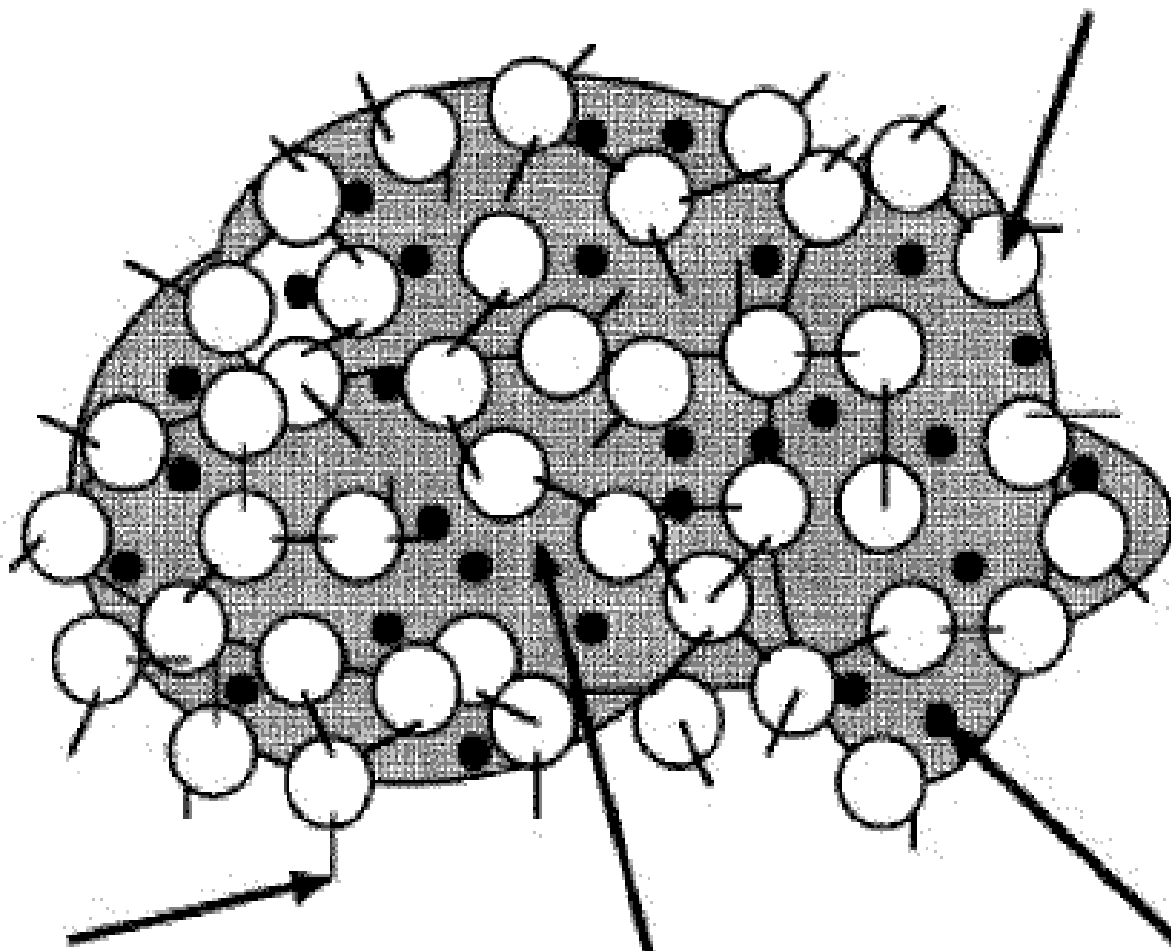
سکوالنول PHB

بakteri sel

Deposition of PHB granules in young and old floc particles.



باکتری‌های تشکیل‌دهنده لخته



گرانول‌های پلی‌هیدروکسی بوتیرات

پلی‌ساکاریدهای چسبنده

فیبریل‌های سلولی

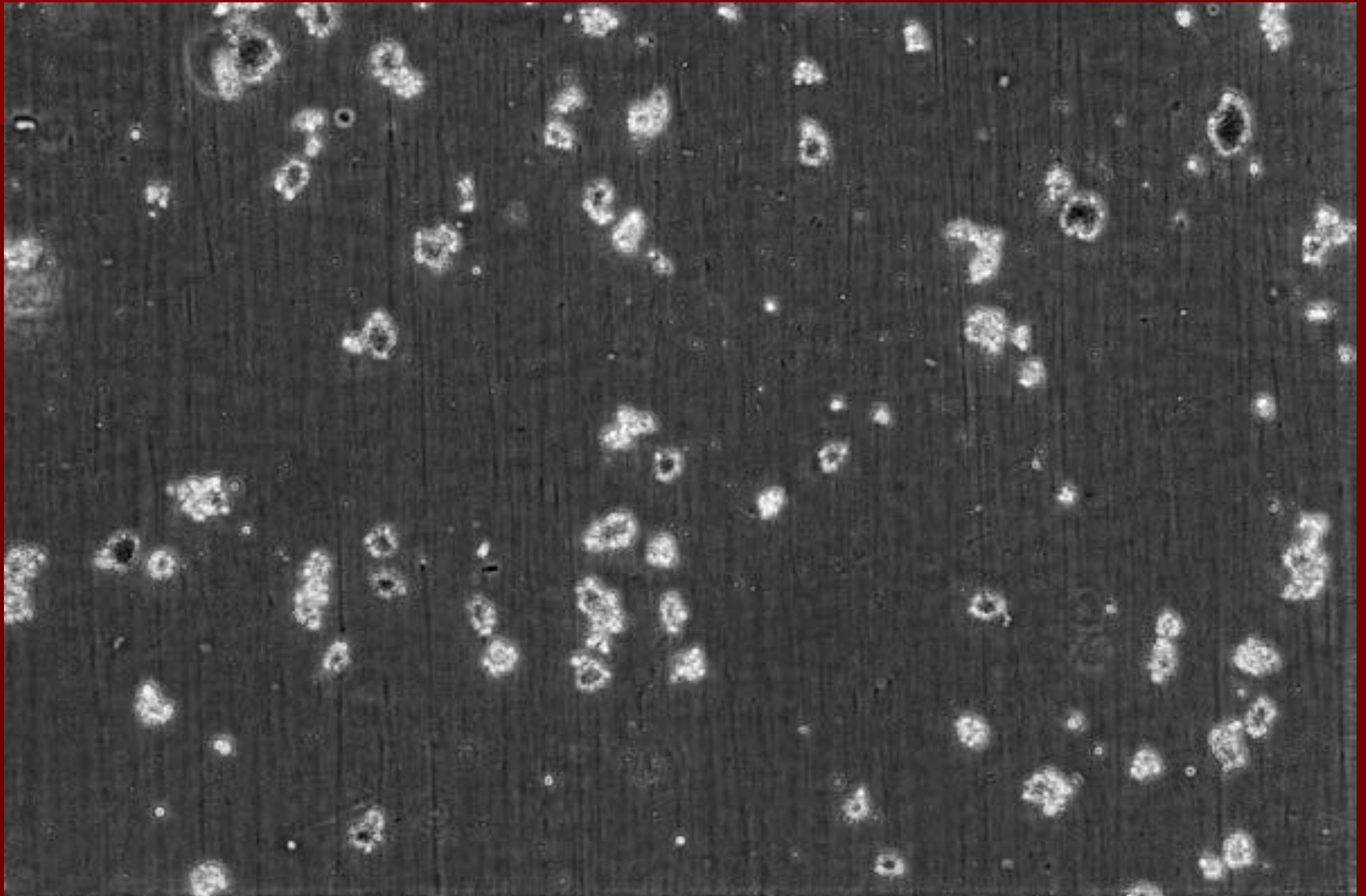
جدول ۱-۳: ویژگی‌های ذره‌ی لخته در سن پایین و بالای لجن

ویژگی ذره لخته	سن پایین لجن	سن بالای لجن
تولید فیبریل	کم	زیاد
بار الکتریکی فیبریل	کم	زیاد
تولید پلی ساکارید	زیاد	کم
استحکام پلی ساکارید	ضعیف	قوی
رسوب PHB در ذرات لخته	عمدتاً در هسته	هسته و پیرامون
اندازه‌ی ذره‌ی لخته	کوچک	متوسط و بزرگ
شکل ذره‌ی لخته	کروی	غیر منظم
ارگانیزم‌های رشته‌ای	عدم وجود یا کم	فراوان
استحکام ذره‌ی لخته	معمولاً ضعیف	معمولاً قوی
قابلیت ته‌نشینی ذره‌ی لخته	معمولاً نامطلوب	معمولاً مطلوب
تک یا خسته‌های مژده‌دار	کم	زیاد
رشد پراکنده	قابل توجه	جزئی
مواد ذره‌ای	قابل توجه	جزئی
کلوئیدها	قابل توجه	جزئی
تنوع باکتری‌ها	کم	زیاد
تنوع آنزیم‌ها	کم	زیاد

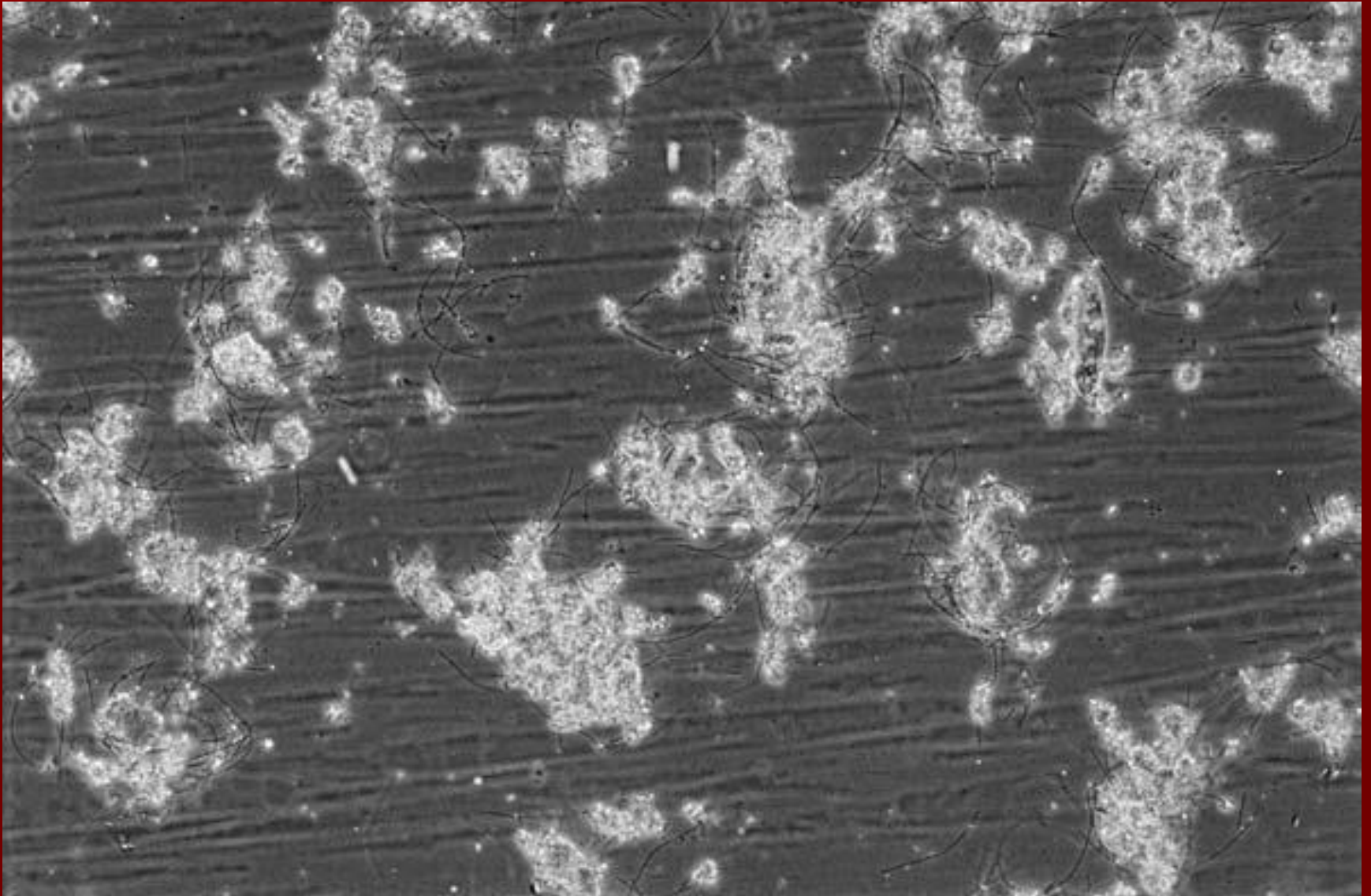
جدول ۲-۳: وضعیت میکروبی تانک هوادهی در طول هر فاز از منحنی رشد باکتریایی

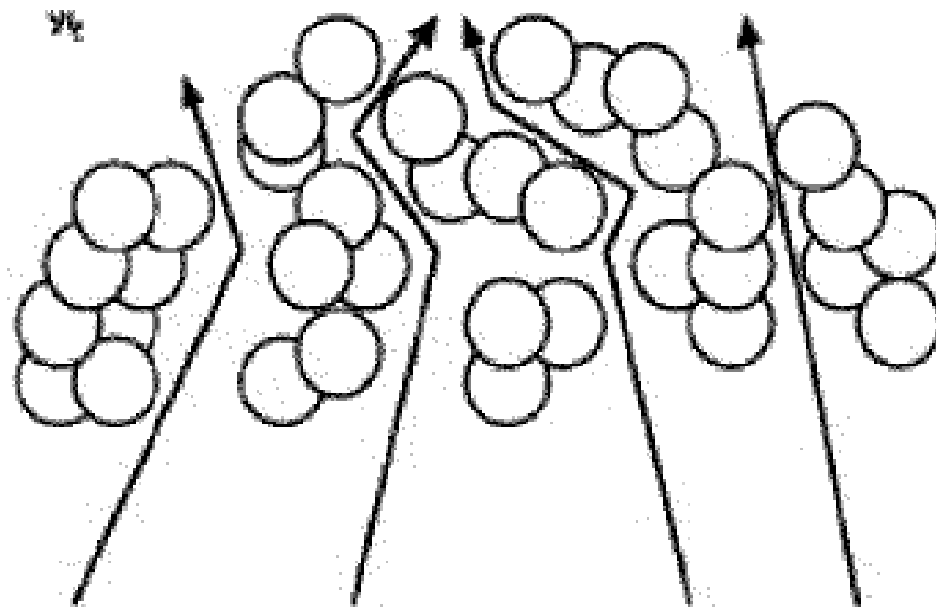
وضعیت میکروبی	فاز تأخیری	فاز لگاریتمی	فاز لگاریتم کاهش	فاز خودتخریبی
ذره‌ی لخته	فقدان	فقدان	موجود	موجود
شکل ذره‌ی لخته	—	—	کروی	نامنظم
BOD	بالا	بالا	متوسط	کم
اکسیژن محلول	کم	کم	متوسط	زیاد
تعداد باکتری‌ها	کم	متوسط	زیاد	زیاد
موقعیت اکثر باکتری‌ها	پراکنده	پراکنده	توده	توده
گروه تک‌یاخته‌ای غالب	آمیب‌ها و تازکداران	مژه‌داران شناور آزاد	مژه‌داران خزننده	مژه‌داران خزننده و مژه‌داران پایه‌دار
جامدات ریز	قابل توجه	قابل توجه	جزئی (ناچیز)	جزئی (ناچیز)

Spherical floc particles



Irregular floc particles





حرکت آب از میان غرارت ناخته

بسیاری از مسائل و مشکلاتی که در
تصفیه خانه‌های فاضلاب دارای فرآیند
لجن فعال ایجاد می‌شود، به طور عمده
مربوط به عدم تشکیل لخته‌های
بیولوژیکی یا تشکیل لخته‌های نامناسب
می‌باشد.

به طور کلی مسائل و مشکلات موجود در خلال جداسازی جامدات لجن فعال در تصفیه خانه فاضلاب، عبارتند از :

۲-۲ Dispersed Floc
Pinpoint Floc

Non-Filamentous

Filamentous Bulking

Foaming

Rising

۱- رشد پراکنده

لخته های سر سوزنی

۳- بالکینگ غیر رشته ای
Bulking

۴- بالکینگ رشته ای

۵- بالا آمدن لجن Sludge

۶- تولید کف

❖ شايعترين اين مشكلات بالکينگ لجن و عدم ته نشيني سريع لجن در حوض ته نشيني ثانويه مي باشد، که به دو نوع **بالکينگ رشته‌اي** و **بالکينگ غير رشته‌اي** قابل تفکيک است، که نوع رشته‌اي آن بويژه در تصفيه خانه‌هاي فاضلاب شهري معمول تر مي باشد.

لجن فعال شامل تعداد زيادي از انواع مختلف ميكروارگانيسمها مي باشد، كه دو گروه مهم آن عبارتند از:

۱- گروه فلوک سازها (Floc-Formers) ، كه شامل گونه های زوگلوآ، پسودوموناس، آرتروباکتر و آلكالی ژنز مي باشند.

۲- ارگانيسمهای رشته ای حجيم كننده لجن (Filamentous sludge bulker) كه شامل ۳۰ نوع مختلف مي باشند.

مقایسه مشخصات فیزیولوژیکی باکتریهای تشکیل دهنده فلوک و باکتریهای رشته ای

رشته ای	فلوکها	مشخصات
پائین	بالا	میزان جذب سوبسترا
پائین	بالا	میزان خودتخریبی
متوسط	قابل ملاحظه	کاهش در میزان رشد ویژه ناشی از غلظت پائین سوبسترا
بالا	پائین	مقاومت نسبت به گر سنجی
متوسط	قابل ملاحظه	کاهش در میزان رشد ویژه ناشی از DO پائین
پائین	بالا	توانایی جذب مواد آلی در مواقع در دسترس بودن مقادیر اضافی
خیر	بله	توانایی استفاده از نیترات بعنوان پذیرنده الکترون
خیر	بله	جذب فسفر
پائین	بالا	میزان حداکثر رشد ویژه

❖ سابقه تحقیقات در زمینه بالکینگ به سالهای قبل از ۱۹۸۰ بر می‌گردد.

❖ در گذشته باکتری اسفاروتیلوس ناتانس (S. Natans) تقریباً همواره به عنوان دلیل بالکینگ معرفی شده است، که تحقیقات محققینی نظیر:

- 1) Arden & Lockett (1923)
- 2) Boswell & Long (1923)
- 3) Martin (1927)
- 4) Morgan & Beck (1928)
- 5)

❖ **ولی** نتایج تحقیقات سالهای اخیر نشان داده است که تقریباً ۸۰ نوع مختلف باکتری‌های رشته‌ای ممکن است باعث بالکینگ لجن باشند. حتی بالکینگ لجن در اثر رشد بیش از حد برخی از قارچها و جلبکها نیز گزارش شده است.

قارچهای مثل : کاندیدا و
ژئوتریکوم

جلبکهای سبز – آبی مثل : *Schizotrix calcicola*

❖ در تحقیقی که توسط آقای پائولومدونی (Paolo Madoni) و همکارانشان در مورد پدیده بالکینگ و تولید کف در تصفیه خانه‌های لجن فعال در ایتالیا از ژانویه ۱۹۹۶ تا جولای ۱۹۹۸ بر روی ۱۶۷ تصفیه خانه صورت گرفته است، مشخص شد که ۸۱ مورد مشکل بالکینگ، ۸۴ مورد مشکل تولید کف و ۵۵ مورد تحت تأثیر هر دو مشکل بوده‌اند.

✓ **Microtrix Parvicella (53.2%)**

✓ **Type of 0041 (11.3%)**

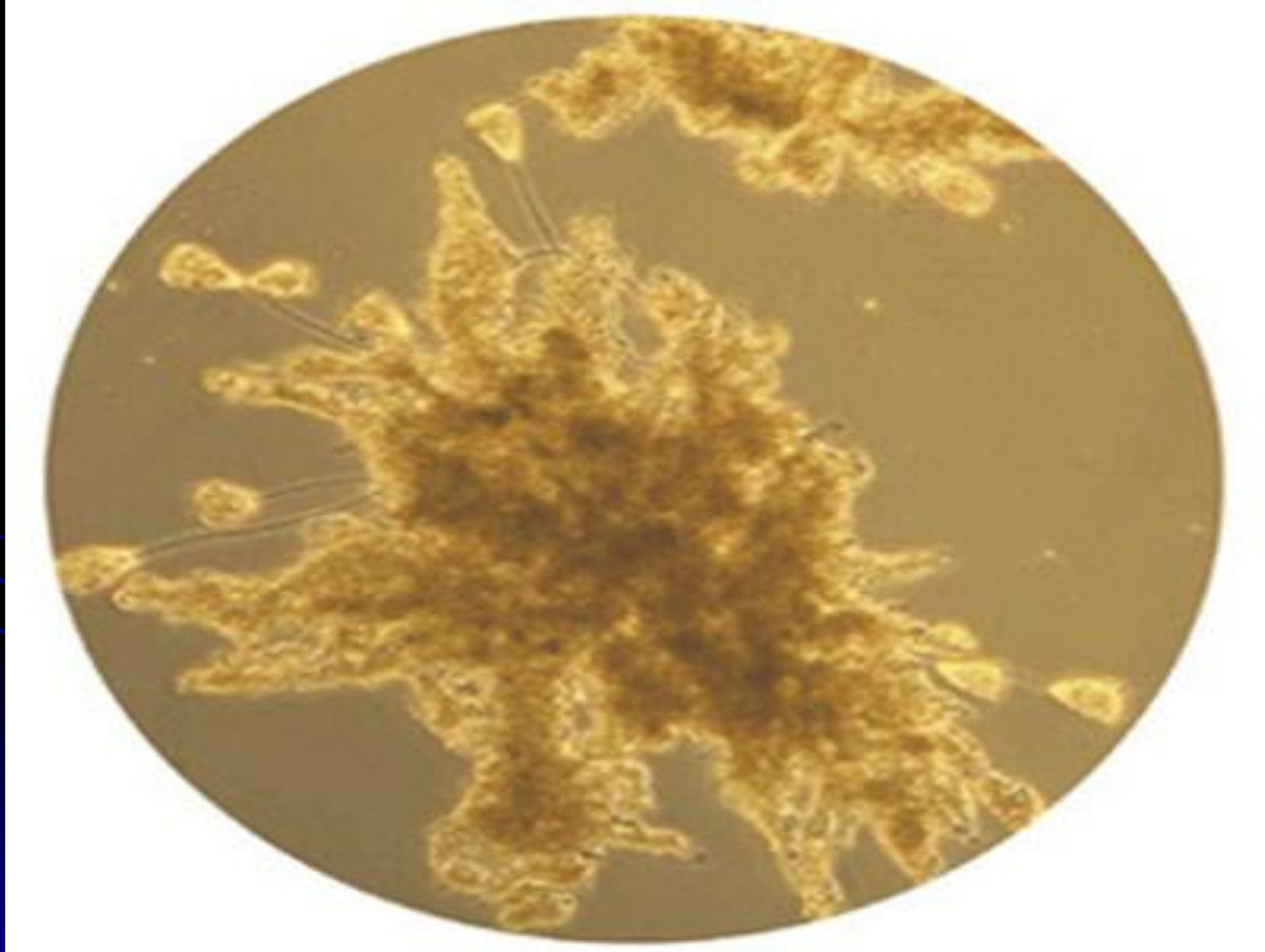
✓ **Type of 021N (9.7%)**

❖ در تحقیقاتی که در کشورهای جمهوری چک، دانمارک، آلمان، آفریقای جنوبی، سوئیس، هلند و آمریکا صورت گرفته است، مشخص شده که میکرو ارگانیس‌های رشته‌ای مسبب بالکینگ، بیشتر شامل میکروتریکس پاروی سلا، تیپ ۹۲- و تیپ ۴۱- بوده است.

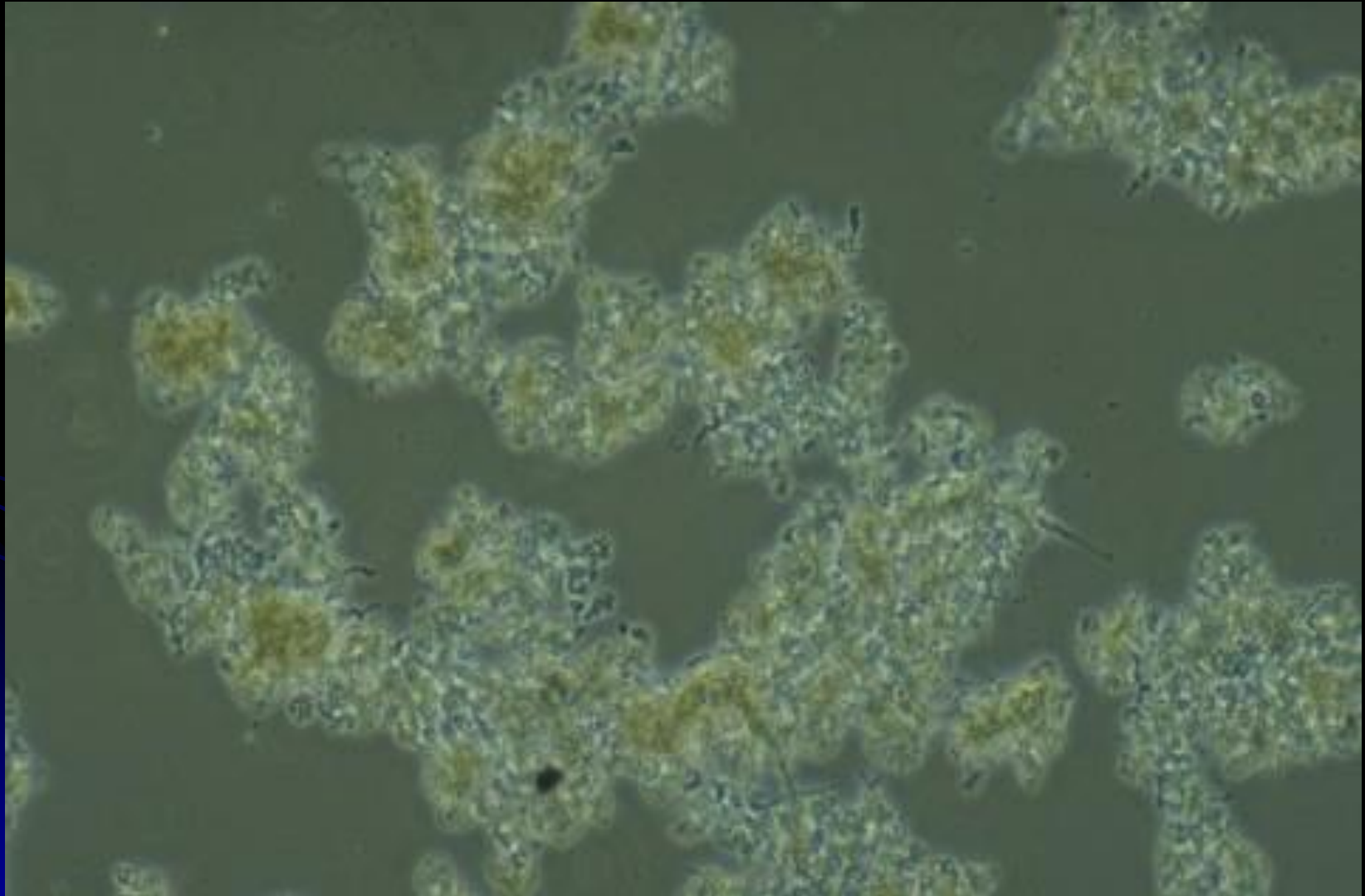
تعریف بالکینگ

بالکینگ یک پدیده فیزیکی است و عبارت است از لجنی که به علت رشد زیاد ارگانیس‌های رشته‌ای یا **زوگلوآ (Zoogloea)** آهسته ته نشین می‌شود و خاصیت تراکم پذیری آن ضعیف است و در نتیجه فلوک‌های بیولوژیکی در سرتاسر حوض ته نشینی ثانویه به حالت معلق مانده و با جریان خروجی از حوضچه خارج می‌شوند.

Good Floc



Good Settle



POOR SLUDGE QUALITY



BULKING

filaments
predominate

strong, large floc

filaments interfere
with compaction




PIN FLOC

no filaments

weak, small floc

OVER - AERATION



ashing

A microscopic view of activated sludge. The image shows a dense field of small, dark, granular particles. A diagonal line of lighter, more fibrous material runs across the center, possibly representing a different type of sludge or a specific stage of the aeration process.



pin floc

A graduated cylinder containing a liquid sample. The liquid is dark at the bottom and has a thick, white, foamy layer on top, which is characteristic of pin floc. The cylinder has measurement markings on its side.

LOW
F/M

OLD SLUDGE

dark, leathery foam



good floc

fast settling

good compaction

low yield



مشکلات ناشی از بالکینگ (حجیم شدن) لجن

۱- عدم نشینی به موقع لجن در حوض ته نشینی ثانویه، که باعث خروج لجن از سرریزهای حوض به همراه لخته‌ها می‌شود، که خود باعث موارد زیر می‌گردد:

الف - افزایش مواد معلق (SS) و مواد آلی در پساب نهایی که به کاهش بازده تصفیه خانه می‌انجامد.

ب - پایین آمدن غلظت MLSS (Mixed liquor suspended solids) در حوض هوادهی.

۲- کاهش غلظت لجن ته نشین شده در کف حوض ته نشین ثانویه، که خود باعث موارد زیر می‌گردد:

الف - کاهش غلظت لجن برگشتی به حوض هوا دهی، که باعث کاهش غلظت MLSS و اختلال در حوض هوا دهی می‌شود.

ب - افزایش هزینه پمپاژ لجن.

از طریق شستشو از حوض ته نشین
ثانویه

۳- کاهش غلظت MLSS

از طریق عدم برگشت مناسب لجن

کاهش عمر
لجن

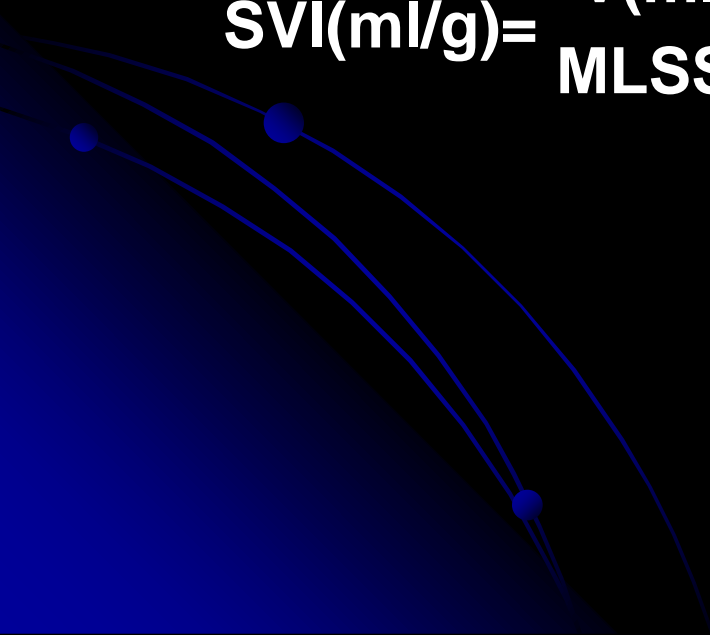
در نتیجه میکرو ارگانیسمها در حوض هوادهی
وارد مرحله رشد لگاریتمی می شوند.

نهایتاً باعث کاهش بازده حذف مواد آلی می شود.

Bulking

- شاخص SVI (Sludge volume index) – قابلیت ته نشینی لجن

$$SVI(\text{ml/g}) = \frac{V(\text{ml/L}) \cdot 1000}{MLSS(\text{mg/L})}$$



راههای تشخیص بالکینگ لجن

۱- اندازه گیری شاخص حجمی لجن (Sludge Volume Index)

ته نشینی مناسب \leftarrow $SVI = 80 - 150 \text{ ml/g}$

ته نشینی نامناسب لجن \leftarrow $SVI > 150 \text{ ml/g}$

ایجاد پدیده بالکینگ \leftarrow $SVI > 200 \text{ ml/g}$

۲- مشاهده میکروسکوپی روزانه از ارگانیسمهای موجود در برگشت لجن

انواع بالکینگ

۱- بالکینگ غیر رشته‌ای

Non-Filamentous Bulking

Viscous Bulking

Zoogloecal Bulking

Jelly or Slime

۲- بالکینگ رشته‌ای

Filamentous
Bulking

بالکینگ غیررشته ای

❖ عامل این نوع بالکینگ رشد بی رویه باکتری‌های فلوک ساز مثل باکتری‌های **زوگلوآ** و آسینتوباکتر (Acinetobacter) می‌باشد.

❖ این باکتری‌ها به مقدار زیادی پلیمرهای خارج سلولی (Extracellular material) تولید می‌کنند که این پلیمرها به عنوان یک پلی الکترولیت عمل می‌کنند.

❖ افزایش بیش از حد این پلیمرها خود باعث عدم پراکندگی باکتری‌ها می‌شود. دلیل آن نیز جذب مقادیر زیاد آب و تشکیل باندهای آب (Bound Water) توسط این پلیمرها می‌باشد که نهایتاً باعث کاهش چگالی لجن می‌شود. در حالت شدید، لجن فعال دارای یک استحکام ژلاتینی و دلمه‌ای می‌شود.

عوامل مؤثر در ایجاد بالکینگ غیر رشته‌ای

۱- وجود مواد سمی، که باعث افزایش رشد باکتری‌های زوگلوآ می‌شود.

۲- نسبت F/M بالا یا فاضلاب دارای مقادیر بالای ماکروالمنت ها مثل فسفر و ازت و میکروالمنت ها مثل آهن.

۳- وجود انتخابگر (Selector)

❖ که باعث رشد باکتری‌های زوگلوآ در بعضی سیستمها می‌شود.

❖ همچنین وجود انتخابگر های بی‌هوازی یا آنوکسیک برای حذف فسفر، که باعث رشد باکتری‌های پلی فسفات مثل آسینتوباکتر می‌شود که همانند باکتری‌های زوگلوآ تولید پلیمرهای خارج سلولی کرده و در صورت رشد بیش از حد، در امر ته‌نشینی اختلال ایجاد می‌کند.

روشهای کنترل بالکینگ غیر رشته ای

۱- کلر زنی به لجن فعال (Chlorination)

کلر باعث تغییر فیزیکی موقعیت باندهای آب در پلیمرهای خارج سلولی می شود.

۲- ازن زنی (Ozonation)

بالکپینگ (رشته ای)

❖ این حالت شایع ترین و مهمترین مشکل تصفیه خانه های فاضلاب به روش لجن فعال محسوب می گردد. به طوری که حدود ۵۰٪ از تصفیه خانه های فاضلاب شهری به طور متناوب یا دائمی گرفتار این مشکل می باشند.

انواع ارگانیسمهای رشته‌ای

۱- باکتری‌های رشته‌ای (۴۰ گونه)

- **Haliscomenobacter Hydrosis**
- **Nostocoida Limicola Type I, II, III**
- **Thiothrix Type I, II**
- **Spharotilus Natans**
- **Microtrix Parvicella**
- **Type 0041 Type -۹۲ Type -۲۱۱**
- **Type -۲۱ Type -۴۱۱ Type -۵۸۱**

Filaments That Cause Activated Sludge Bulking or Foaming

Sphaerotilus natans

type 1701

Haliscomenobacter

hydrossis

type 021N

Thiothrix I and II

Beggiatoa spp.

type 0914

type 0041

type 0675

type 1851

type 0803

*Microthrix parvicella**

Nocardia spp.**

Nostocoida limcola I, II
& III

type 0961

type 0581

type 0092

type 0411

type 1863**

fungi

actinomycetes

۲- قارچها

■ كانديدا

■ ژئوتريكوم

۳- جلبکها

■ Schizotrix Calicicola


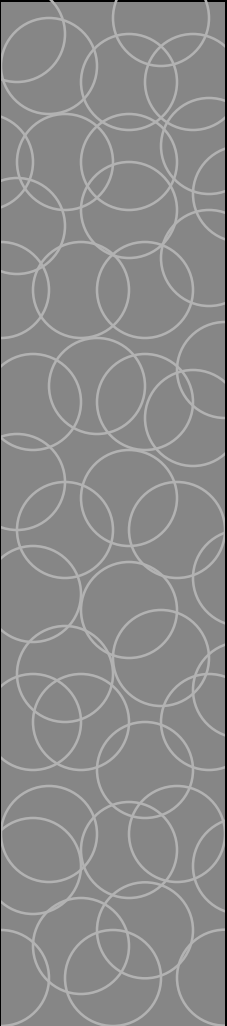
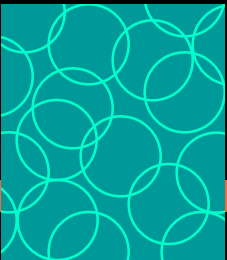
عوامل مؤثر در ایجاد بالکینگ رشته‌ای

۱- عواملی که شایع ترند و بیشتر باعث بروز پدیده بالکینگ رشته‌ای می‌شوند، که عبارتند از

الف - الگوی جریان یا رژیم هیدرولیکی حوض هوادهی

▪ رژیم هیدرولیکی (الگوی جریان حاصل از هوادهی) در واقع الگوی تغذیه میکروارگانیسمها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تغییر رژیم هیدرولیکی از طریق تغییر الگوی تغذیه، باعث حذف یک گروه از باکتری‌ها از حوض هوادهی و یا انتخاب و غالب شدن گروه دیگر در حوض هوادهی می‌شود. شاید بتوان شایع‌ترین عامل ایجاد بالکینگ رشته‌ای را رژیم هیدرولیکی حوض هوادهی بیان کرد.

▪ اصلاح رژیم هیدرولیکی حوض هوادهی از اختلاط کامل به جریان پیستونی



The filamentous bacteria have a greater surface area to volume ratio than floc forming bacteria and so are better able to absorb a substance when it is only present at a low concentration.

ب - پایین بودن غلظت اکسیژن محلول

❖ در غلظت کم اکسیژن محلول در حوض هوادهی ، باکتری‌های رشته‌ای اسفاروتیلوس ، ناتانس، تیپ ۱۷۰۱ و هالسیکومنوباکترهیدروزیس به صورت میکروارگانیسمهای غالب درمی‌آیند.

✓ غلظت اکسیژن محلول در حوض هوادهی باید 2 mg/l باشد.



۲- عواملی که در مواردی خاص باعث بروز بالکینگ رشته‌ای می‌شوند که عبارتند از:

الف - پایین بودن نسبت F/M (کمبود نوترینت‌ها)

این حالت تنها در مورد فاضلاب صنایع مشکل ساز می‌شود. در فاضلاب‌های صنعتی مثل فاضلاب صنایع غذایی، کاغذسازی و آبجوسازی مقدار زیادی ترکیبات کربن (قندهای ساده و پلی ساکاریدها، الکل‌ها و اسیدهای آلی) وجود دارد و به دلیل جذب نیتروژن به ازای جذب هر واحد ترکیبات کربن‌دار، فسفر و نیتروژن موجود در فاضلاب کاهش می‌یابد.

✓ کمبود نیتروژن ← غالب شدن تیوتریکس I و II

وتیپ 021N

غالب شدن نوستوکویدالیمیکولا III

✓ کمبود فسفر

ب- وجود مواد سمی در فاضلاب

❖ به طور مثال وجود مقادیر زیاد سولفیدها می‌تواند به عنوان یک منبع انرژی برای باکتری‌های رشته‌ای به حساب آمده و باعث رشد گونه‌های تیوتریکس، بژیاتوا و تیپ N021 شود.

ج - گندیدگی و عفونی شدن فاضلاب

❖ فاضلاب متعفن حاوی مقادیر بالای سولفیدها و اسیدهای آلی با وزن مولکولی پایین مثل اسید استیک و اسید بوتریک می‌باشد، که هر دوی این عوامل باعث تقویت رشد باکتری‌های رشته‌ای می‌شوند.

د- pH پایین

✓ pH بهینه در حوض هوادهی ۵/۷-۷ می‌باشد.

✓ pH حوض هوادهی را می‌توان توسط سودسوزآور، آهک و یا هیدروکسید منیزیم تنظیم کرد.

به طور کلی می توان گفت که:

✓ بالکینگ رشته‌ای عموماً در سیستم‌های با اختلاط کامل و نسبت F/M پایین رخ می‌دهد.

✓ سیستم‌های با تغذیه متناوب و جریان پیستونی، بیشترین مقاومت را در برابر بالکینگ رشته‌ای دارند.

Causes of Filament Growth in Activated Sludge

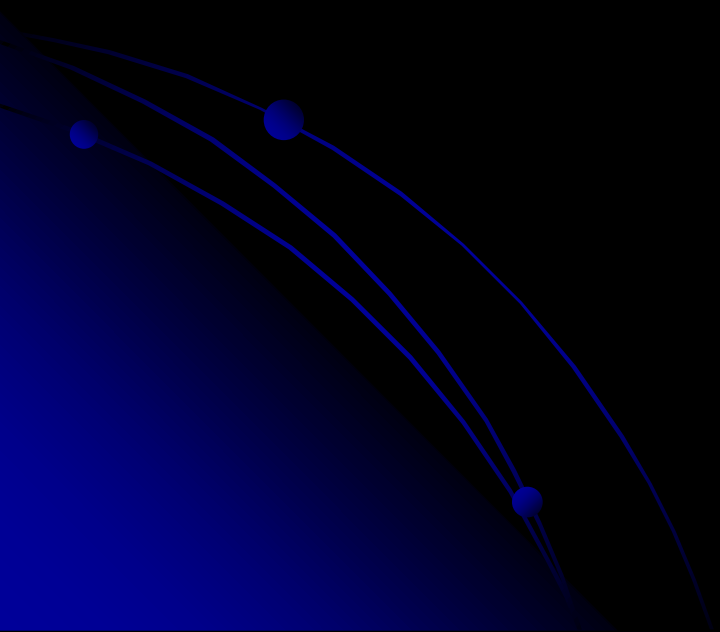
cause	Filaments
Low DO	<i>Sphaerotilus natans</i> type 1701 <i>Haliscomenobacter hydrossis</i>
Low F/M	type 0041 type 0675 type 1851 type 0803

cause	Filaments
Septicity	<p>type 021N</p> <p><i>Thiothrix</i> I and II</p> <p><i>Nostocoida limicola</i> I,II,III</p> <p>type 0914</p> <p>type 0411</p> <p>type 0961</p> <p>type 0581</p> <p>type 0092</p>
Grease and Oil	<p><i>Nocardia</i> spp.</p> <p><i>Microthrix parvicella</i></p> <p>type 1863</p>

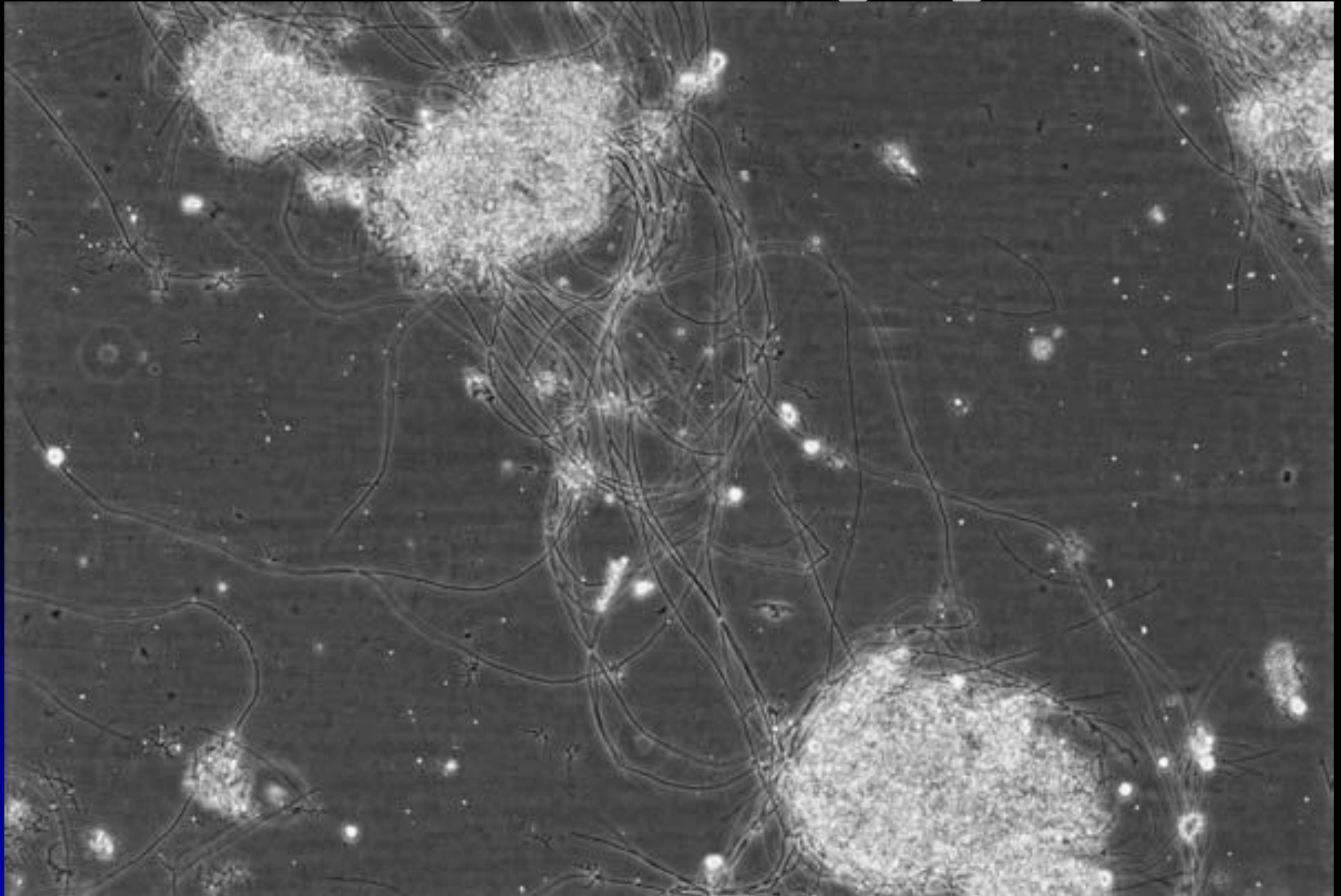
cause	Filaments
Nutrient Deficiency : Nitrogen: Phosphorus:	type 021N <i>Thiothrix I and II</i> <i>Nostocoida limicola III</i> <i>Haliscomenobacter hydrossis</i> <i>Sphaerotilus natans</i>
Low pH	Fungi

Interfloc bridging

- Interfloc bridging is the joining in the bulk solution of the extended filamentous bacteria from the perimeter of two or more floc particles.

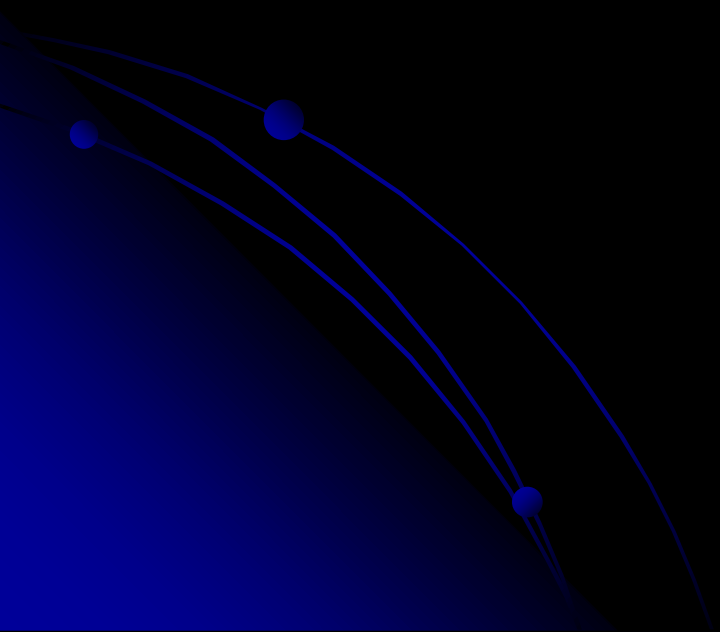


Interfloc bridging

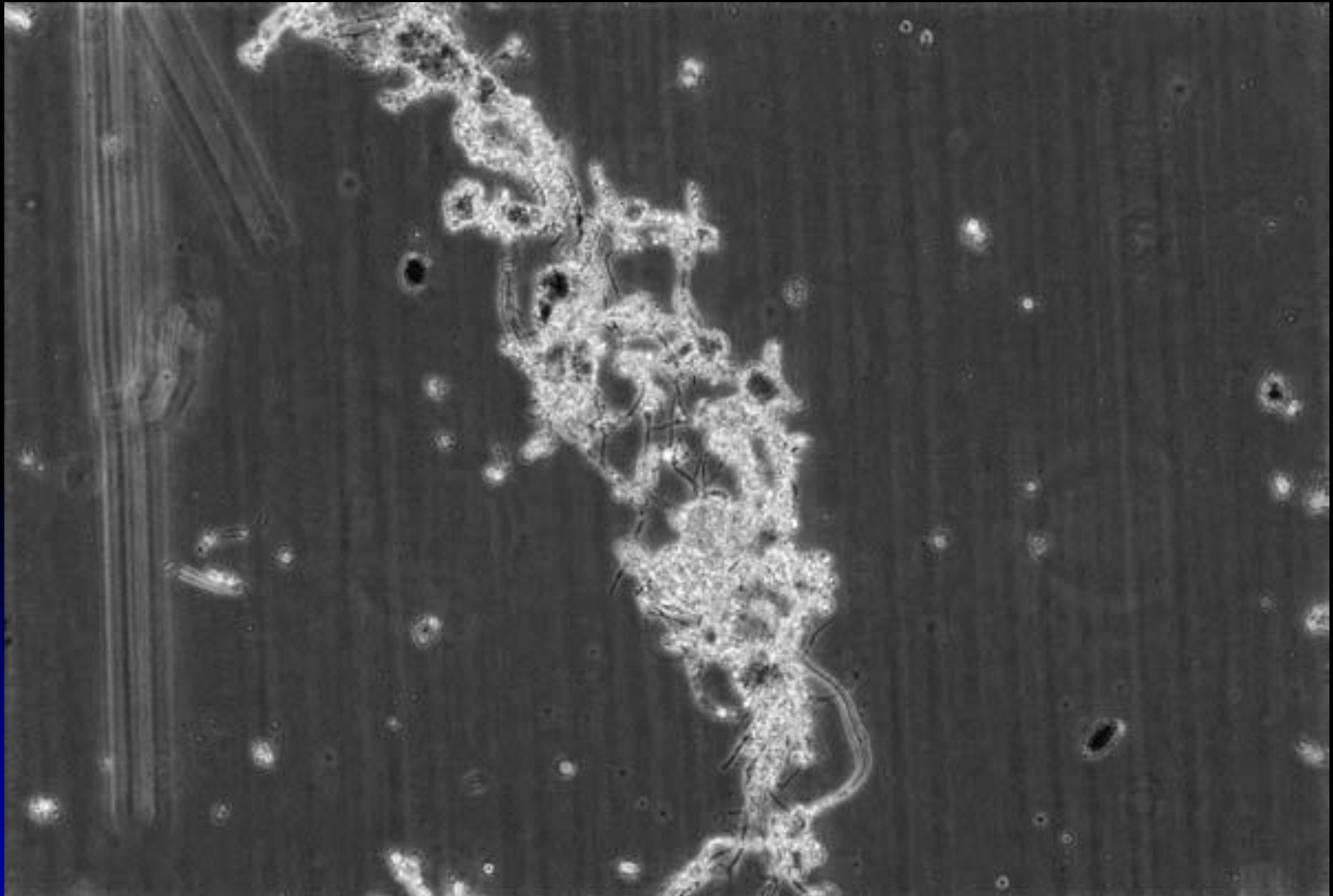


Open floc formation

- is the scattering of the floc bacteria in small groups along the lengths of the filamentous bacteria in the floc particle.



Open floc formation



روشهای کنترل بالکینگ رشته ای

۱- روشهای اصولی پیشگیری و کنترل دائم بالکینگ رشته ای

الف - استفاده از حوض هوادهی با رژیم هیدرولیکی جریان پیستونی

❖ باعث انتقال کم اکسیژن در قسمت ابتدای حوض هوادهی ، همراه با نسبت F/M بالا می شود و این امر باعث ایجاد شرایط نامناسب برای باکتری های رشته ای و کنترل بالکینگ رشته ای می شود.

ب - استفاده از انتخابگرهای بیولوژیکی در ابتدای حوض هوادهی

❖ این انتخابگرها در ابتدای حوض هوادهی نصب می‌شوند و در آنها فاضلاب ورودی با لجن برگشتی برای مدتی نسبتاً کوتاه مخلوط می‌شوند. به همین دلیل به آنها ناحیه تماس (*Contact Zone*) نیز گفته می‌شود.

✓ در حوضچه تماس به دلیل وجود غلظت بالای F/M ، شرایط مساعد برای رشد باکتری‌های فلوک‌ساز و حذف باکتری‌های رشته‌ای فراهم می‌شود.

۲- روشهای سریع و موقت کنترل بالکینگ

الف - کلرزنی به لجن برگشتی

✓ اگر کلرزنی به طور صحیح انجام شود، سریعاً باعث از بین رفتن رشته‌های نازک باکتری‌های رشته‌ای شده و SVI سریعاً کاهش می‌یابد و یک روش مطمئن و اقتصادی می‌باشد.

ب- ازن زنی و استفاده از آب اکسیژنه

✓ باعث افزایش اکسیژن محلول و اکسیداسیون شیمیایی ترکیبات مضر می‌شود، ولی گرانتر از کلر می‌باشند.



کنترل بالکینگ

غلظت مورد استفاده

محل تزریق

- استفاده از اکسیدانها

-- کلر ← کلر گازی یا هیپوکلریت سدیم ← خط برگشت لجن ← 10-20 (mg/L)

-- H₂O₂ ← خط برگشت لجن ← 100-200 (mg/L)

- استفاده از Flocculant

- پلیمرهای کاتیونی ← 15-20 (mg/L)

- تنظیم لجن برگشتی

- کنترل بیولوژیکی

- تک یاخته مژه دار ← تریگموستما کوکولولوس

ج - استفاده از آهک

✓ در ایران به دلیل ارزانی و تولید نشدن محصولات خطرناک جانبی، بیشتر از آهک استفاده می‌شود.

✓ به علاوه وجود آهک در لجن می‌تواند شرایط مناسبی برای هضم بی‌هوازی لجن در حوضچه‌های بی‌هوازی و ترسیب شیمیایی فاسف را فراهم کند.

د - استفاده از فلزات سنگین مثل مس نیکل، کروم و روی

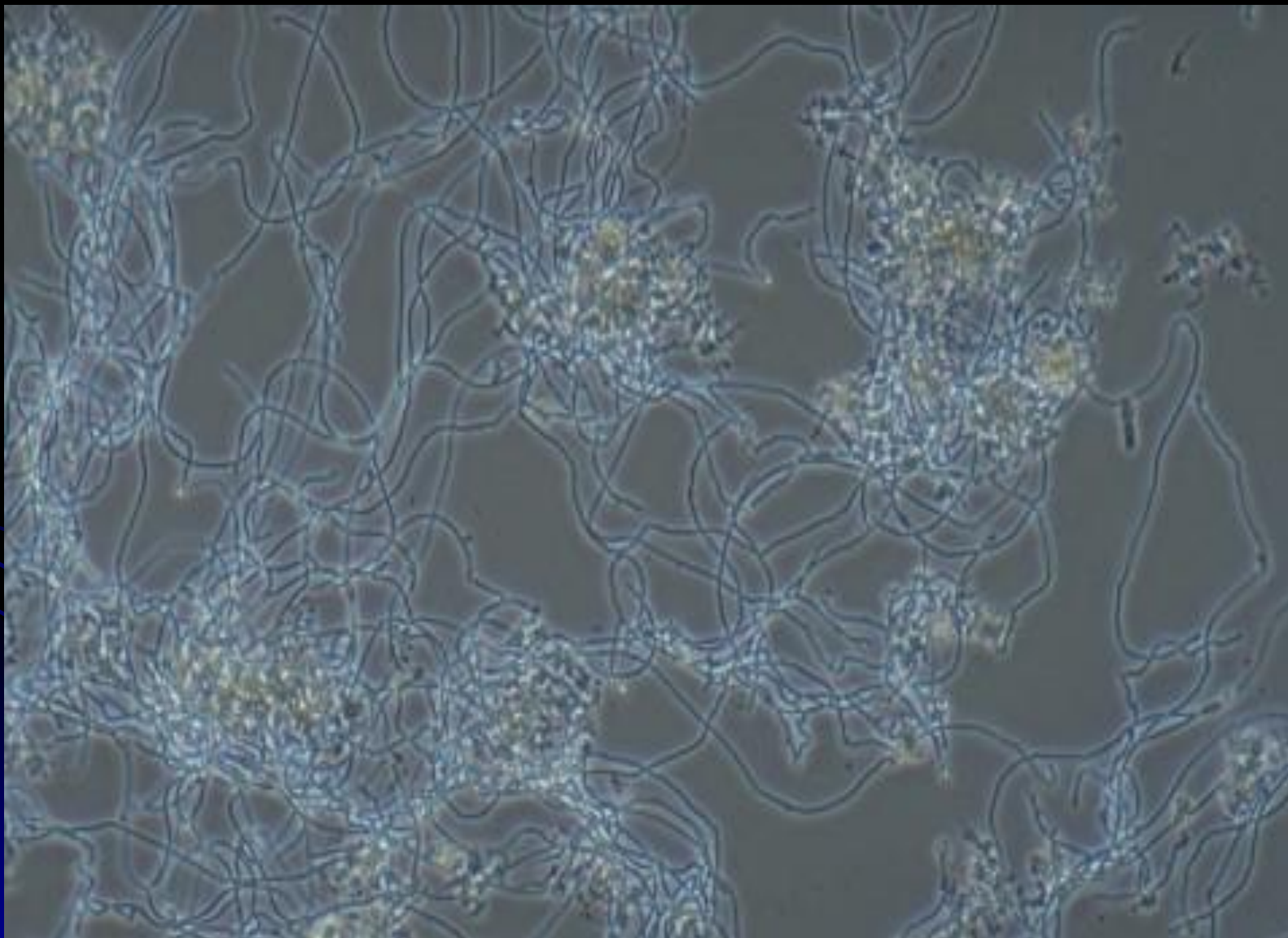
✓ میکروارگانیزمهای رشته‌ای در حضور این فلزات قادر به رشد نیستند. مس نسبت به سایر فلزات سنگین، خاصیت بازدارندگی بیشتری بر روی ارگانیزمهای رشته‌ای دارد.

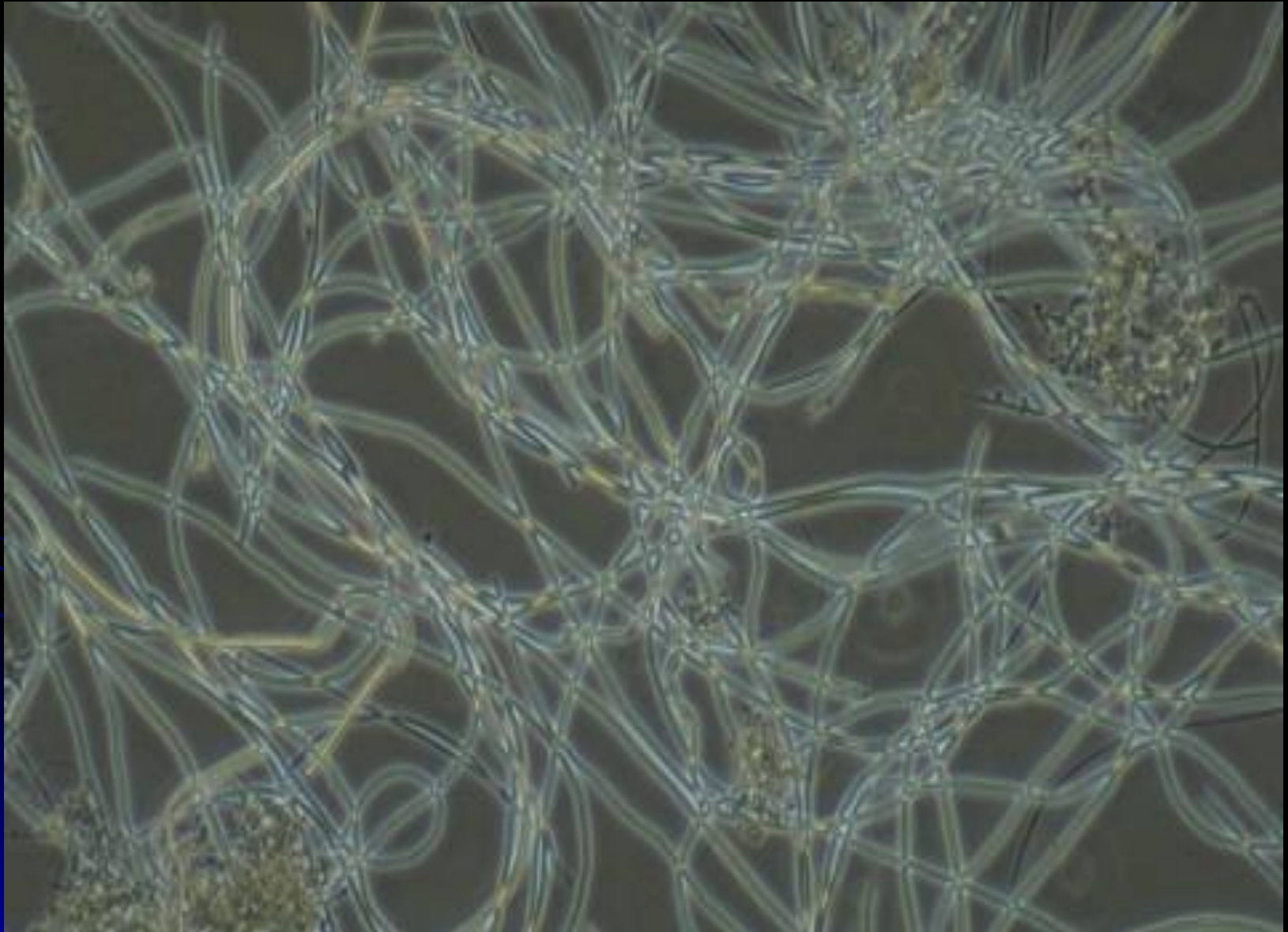
لازم به ذکر است که:

استفاده از مواد شیمیایی برای کنترل بالکینگ، یک راه اصولی و منطقی محسوب نمی‌شود و تنها به طور موقت باعث کنترل بالکینگ می‌شوند.

هـ - استفاده از زاج، آرد چوب ذرت، ترکیبات آهن (کلرید آهن) و پلی الکترولیت‌ها

نمونه ای از بالکینگ لجن

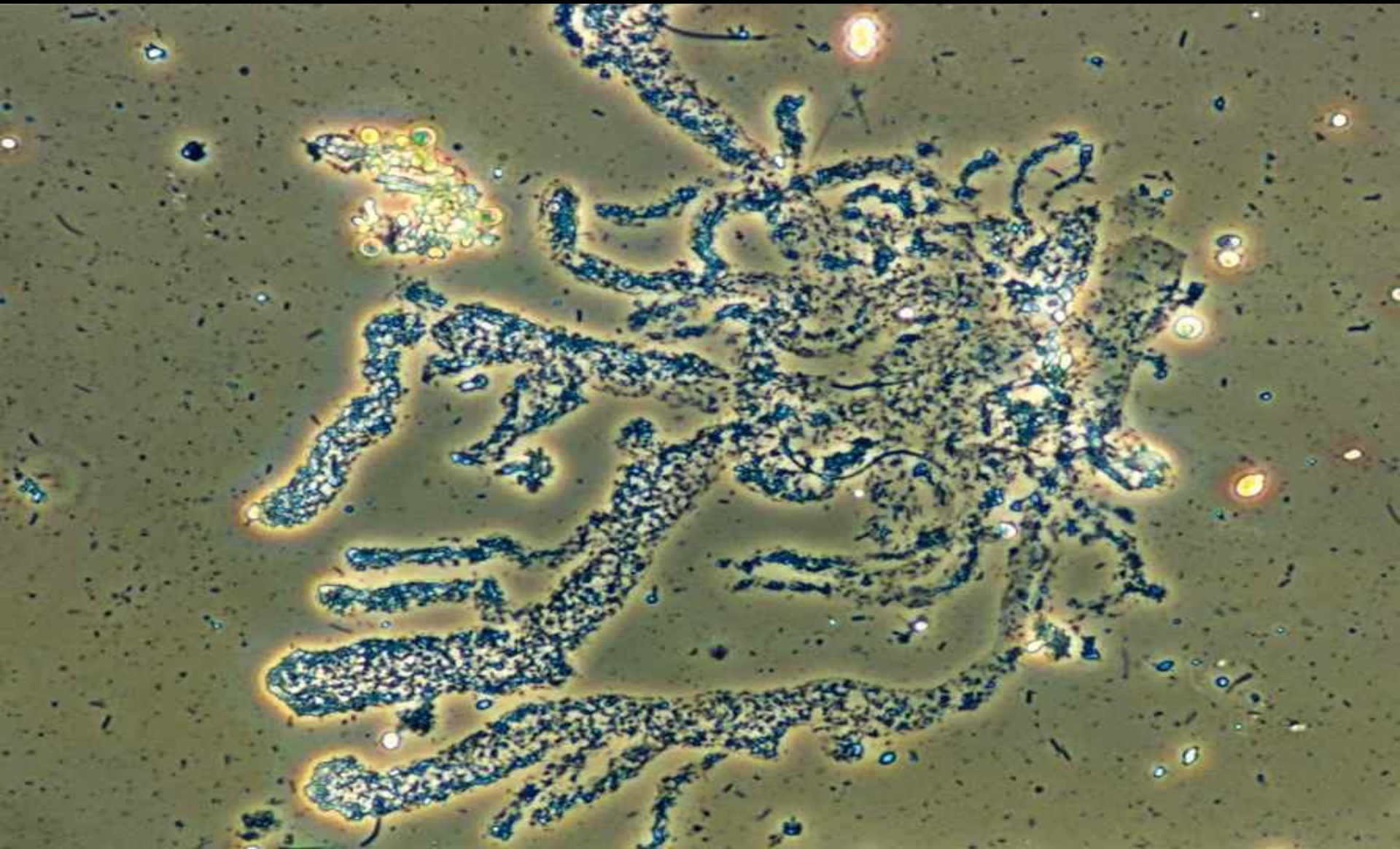






S. natans (1000X)

Zooglea





3. فلوک هاي نوک سنجاقی Pinpoint floc

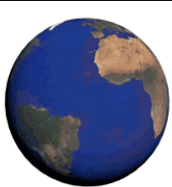
- تخریب فلوکهای لجن فعال به قطعات بسیار ریز
- عدم وجود باکتریهای رشته ای در لجن فعال
- ماند زیاد لجن
- سرعت هوادهی نامناسب

دلایل تولید

4. لجن بالارونده Sludge rising

دلایل ← زمان ماند زیاد لجن ← ایجاد ناحیه انوکسیک در تانک
در تانک ثانویه

معلق شدن توده لجن → فرایند دنیتریفیکاسیون و تولید N_2



رفتار شناسی فلوکها

5. رشد پراکنده Dispersed growth ← نتیجه بارگذاری بالای BOD و محدودیت اکسیژن

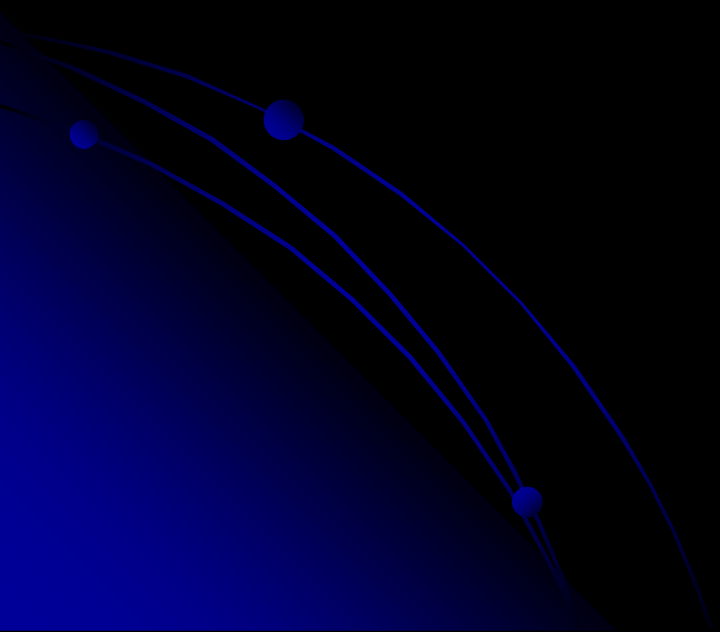
. ورم غیر رشته ای Non filamentous bulking

یا بالکینگ زئو گلئال

منجر به کاهش فشردگی لجن

با کلر زنی رفع می شود

Foaming



Foaming

Activated sludge foaming (scumming sludge) means the formation of a **thick and stable scum layer** on activated sludge basins and on sedimentation tanks.

Foaming is caused primarily by an **over-abundance of hydrophobic filamentous** micro-organisms like *Nocardia* spp., *Microthrix parvicella* and Type 1863 .

The hydrophobic nature of the cell surfaces of these organisms results in the formation of flocs that tend to attach themselves with air bubbles and **float to the surface of aeration** basin. The presence of branched hyphae in *Nocardia* spp. and the extended lengths of *M. parvicella* further enhance foaming by forming a net that traps air/gas bubbles and oil droplets

انواع کف :

- ۱- ترکیبات آلی فعال سطحی تجزیه نشده
- ۲- مواد پاک کننده (دترجنت) با قابلیت تجزیه پذیری ضعیف که کف های سفیدرنگ ایجاد می کنند.
- ۳- کف های ناشی از لجن های بالا رونده که در اثر دنیتریفیکاسیون در زلال ساز حاصل می شود
- ۴- کف های قهوه ای رنگ ناشی از رشد زیاد اکتینو میست ها

Foam Description

thin, white to grey foam

white, frothy, billowing foam

pumice-like, grey foam (ashing)

thick sludge blanket on the final clarifier(s)

thick, pasty or slimy, greyish foam (industrial systems only)

thick, brown, stable foam enriched in filaments

Causes

low cell residence time or "young" sludge

(startup foam) once common due to nonbiodegradable

detergents (now uncommon)

excessive fines recycle from other processes (e.g. anaerobic digesters) denitrification

nutrient-deficient foam; foam consists of polysaccharide material released from the floc

filament-induced foaming, caused by *Nocardia*, *Microthrix* or type 1863

مشکلات حاصل از کف ها

1- کف بیش از حد می تواند به راهروها سرایت کرده و موجب شرایط لغزنده شود که وضعیت های خطرناکی را برای کارکنان واحد ببار می آورد .

2- رویه بیش از حد ممکن است به پساب لجن فعال راه یافته ، باعث افزایش BOD و جامدات معلق در پساب می شود.

3- کف کردگی موجب مشکلاتی در هاضم های بی هوازی می شود .

4- کف کردگی می تواند موجب ایجاد بو های آزار دهنده
بخصوص در نواحی گرم شود .

5- کف ، احتمال عفونت کارکنان فاضلاب با اکتینومسیت های
بیماریزا نظیر نوکارد یا آستروئیدس را زیاد می کند .

6- جلوگیری از انتقال اکسیژن

میکرو بیولوژی کف

اکتینو میست ها مهمترین عوامل مسئول کف چسبناک قهوه ای در لجن فعال می باشند

این ارگانیسم ها عموماً در حوضچه های هوادهی که در (متوسط زمان ماند سلولی) بالائی بهره برداری شده اند تکثیر می یابند اما ممکن است در زلال سازها نیز یافت گردند

کف کردگی اساساً در ارتباط با گروه اکتینومیستهای حاوی اسید مایکولیک که به فامیل نوکارد یا سه تعلق دارند می باشد

جنس های این گروه: گوردونا (گوردونا آمارا که قبلاً
نوکار دآمارا شناخته می شد) نوکار دیا (نوکار دیا استروئیدس
نوکار دیا کاویه ، نوکار دیا پینسیس) و رودو کوکوس

میکروارگانسیم های دیگر: گونه های استریپتومایسس ،

میکرو تریکس پارویسلا ، میکرو مونوسپورا ، تیپ 0675

نوستوکوئیدا لیمی کولا و تیپ 0041

میکروارگانیزم های مسئول کف سو بسترهای رشد
متعددی ، از قندها گرفته تا پلی ساکاریدها با وزن
مولکولی بالا ، پروتئین ها و ترکیبات معطر (آروماتیک)
را بمصرف می رسانند

مکانیسم تولید کف

1- حباب های گازی تولید شده توسط هوادهی یا متابولیسم (مثلاً N_2) ممکن است به شناور شدن میکروارگانیسم های مسئول کف کمک کند .

2- طبیعت هیدروفوبی دیواره های سلولی میکروارگانیسم های مولد کف ، در انتقال آنها به سطح مشترک هوا - آب کمک می کند .

3- بيو سورفاكتانت هائی كه توسط ميكروارگانيسم هاى

كف توليد شده اند به تشكيل كف كمك مى كنند

4- توليد كف بازمان ماند نسبتاً طولانى (بیش از 9 روز) ،

درجه حرارت گرم (بیش از 18°C) و فاضلاب غنى از

چربیها، ارتباط دارد .

کنترل کف

1- کلرزنی کف (اسپری های کلر) به لجن فعال برگشتی

2000-3000 (mg/L)

2- افزایش دفع لجن

3- استفاده از انتخابگرهای بیولوژیکی

4- کاهش جریان هوا در حوضچه هوادهی

5- کاهش pH و کاهش مقدار روغن و گریس

6- اضافه کردن مایع روئی هاضم بی هوازی به فاضلاب

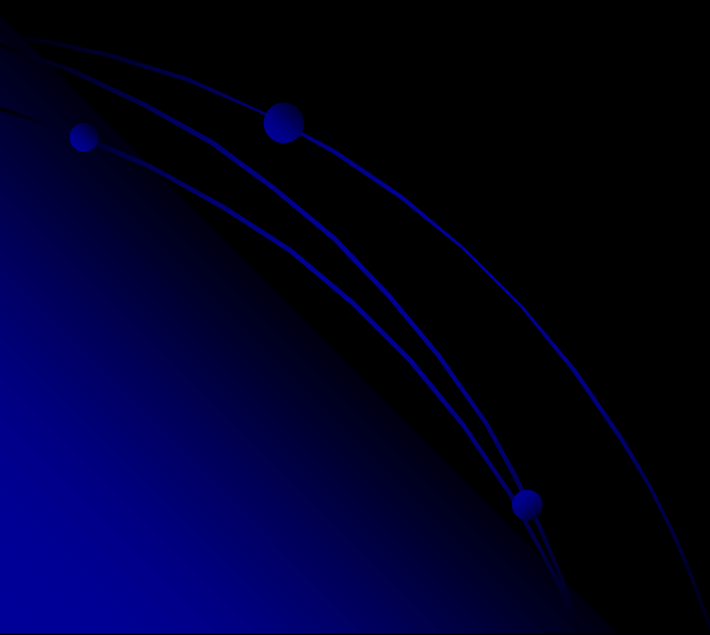
7- اسپری کردن آب جهت کنترل کف

8- عوامل ضد کف و نمک های آهن و پلیمر ها

9- تجمع مقداری کف در نواحی با تلاطم کم

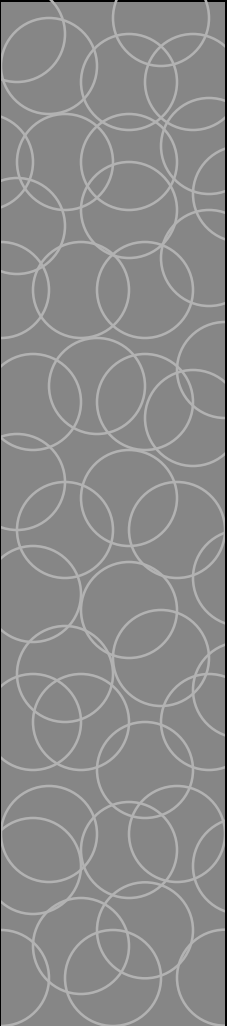
10 - حذف فیزیکی کف

11- استفاده از میکرو فلور آنتا گونیستی (مخالف)





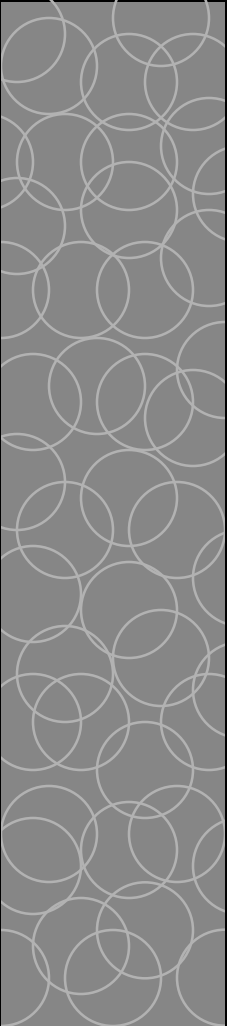
Foaming control with DAF



DAF technique could be a possible alternative for the **long-term solution** of foaming problems in activated sludge plants. Bubble diameter played a very important part in removal efficiency of *Nocardia* elements. While it is acknowledged this could indeed be a problem in the short term, application of the DAF could see a progressively **rapid decline in foaming organisms** as they are expected to be selectively removed from the activated sludge. Many activated sludge plants already have a DAF facility **in place for sludge thickening**. Hence, for many plants, the DAF could be an attractive option to explore as the capital cost involved would be minimal.



The major treatment steps in a DAF facility are :

- 
- i)** coagulation and flocculation prior to flotation;
 - ii)** bubble generation by releasing pressurised water;
 - iii)** bubble floc collision and attachment in a mixing zone.
 - iv)** rising of bubble-floc agglomerates in a flotation tank.

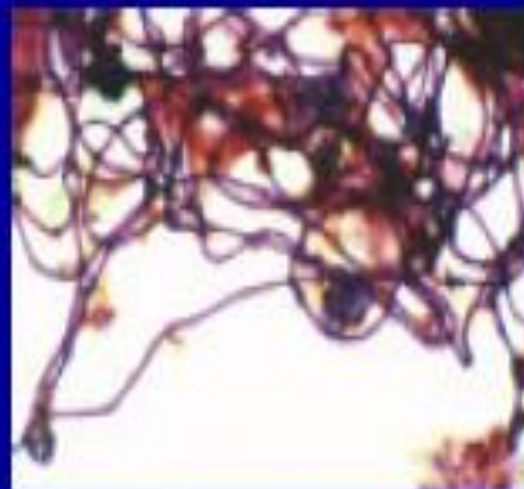
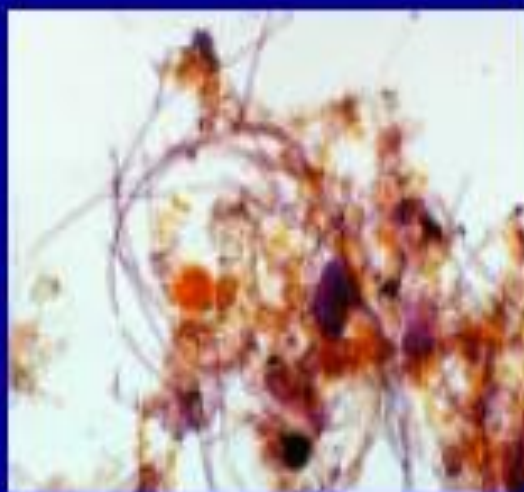
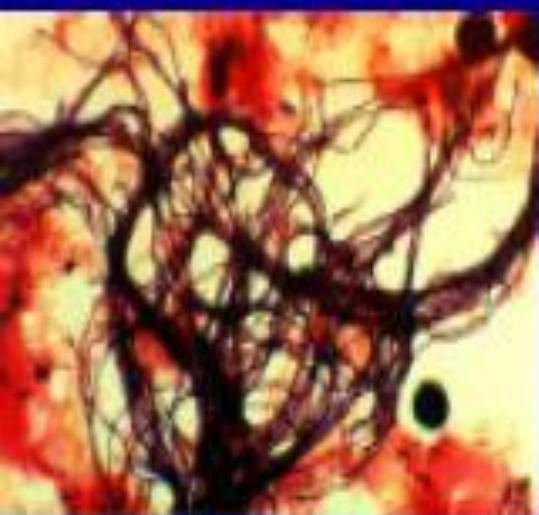
**BULKING AND FOAMING: BIOMASS
ESCAPING TO THE EFFLUENT**

TYPE 0092



TYPE 021N

FILAMENTOUS M.O. RESPONSIBLE FOR FOAMING





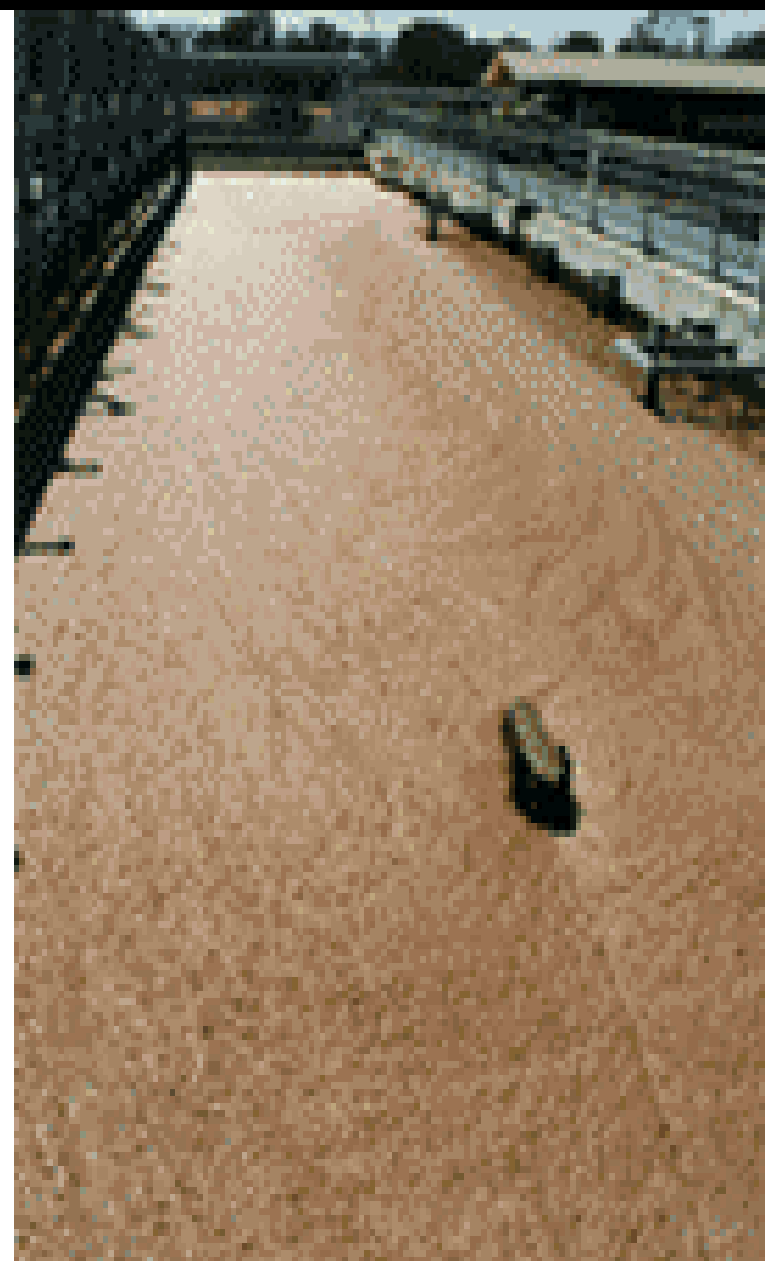
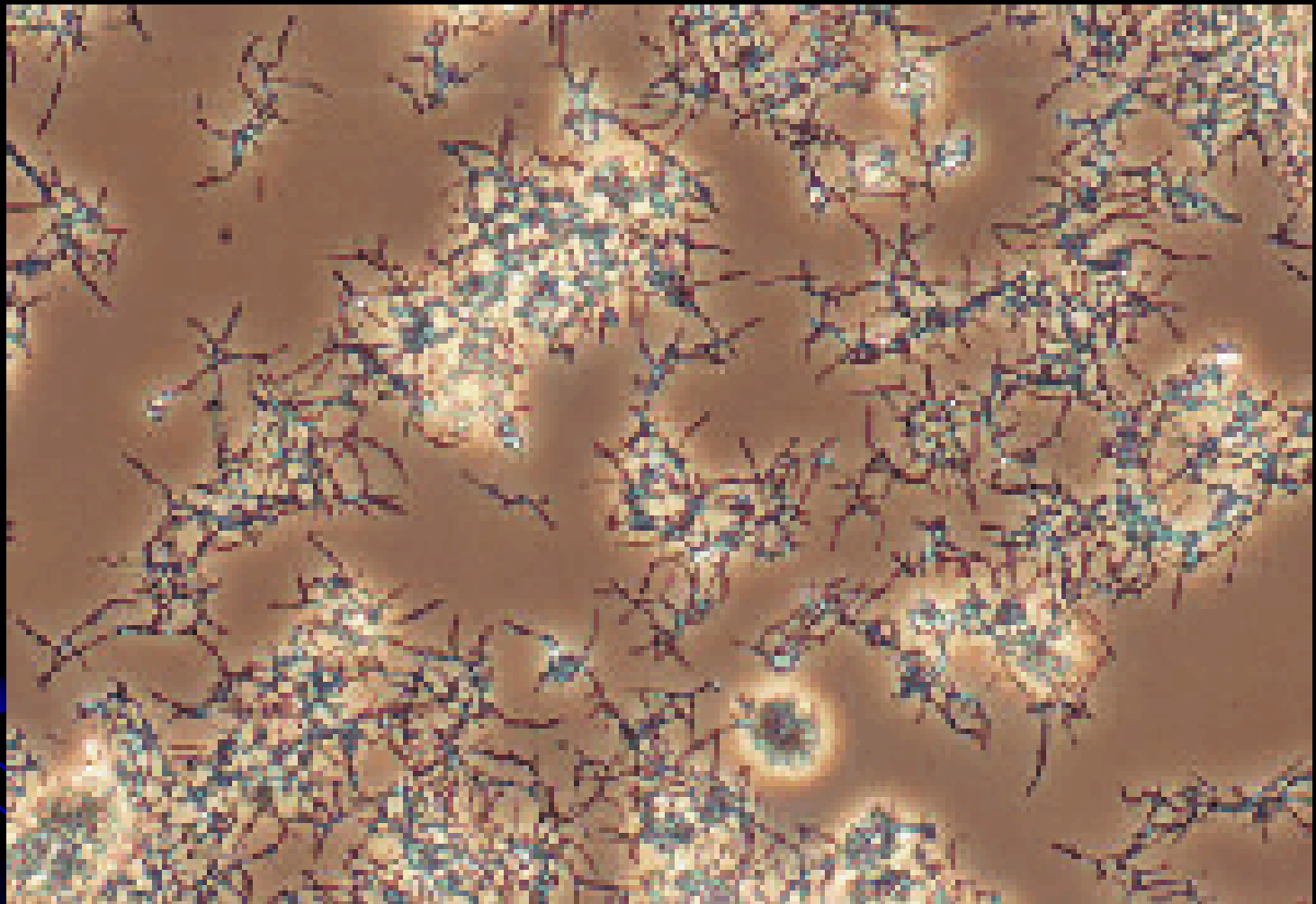


Figure 1. Foaming in two Australian activated sludge plants. Plant on right is an oxidation ditch with foam covering the dividing wall.





Nocardia Foam (200X)







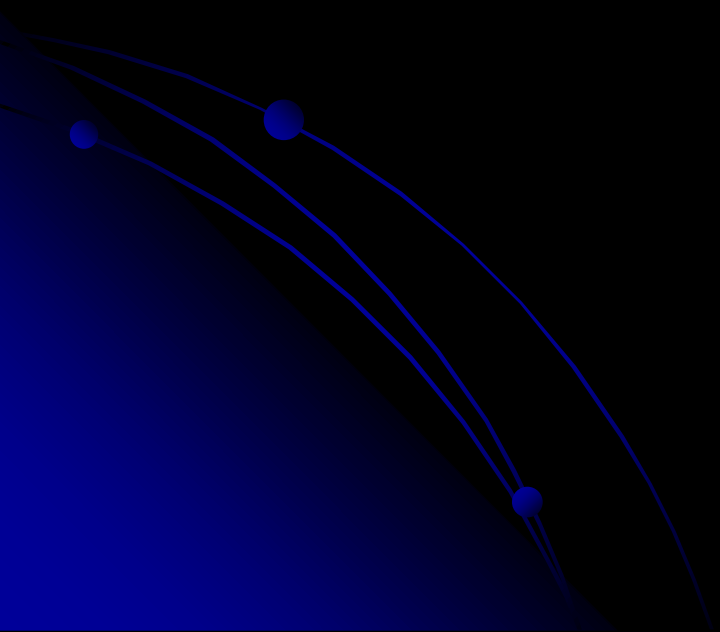
- Microscopic Examination of Activated Sludge with special reference to Floc Characteristics and Filamentous Organism

● David Jenkins method



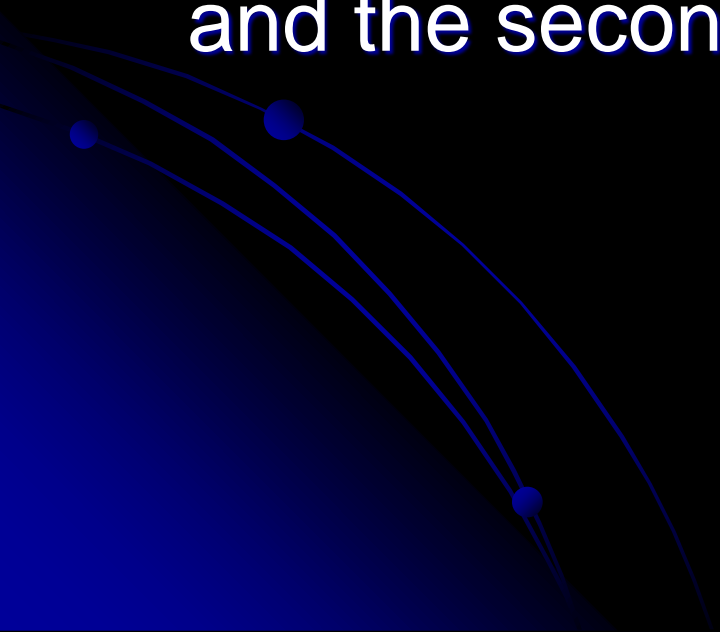
Microscopic Examination of Sludge

- Determination of floc structure
- Determination of the abundance and type of filamentous organisms



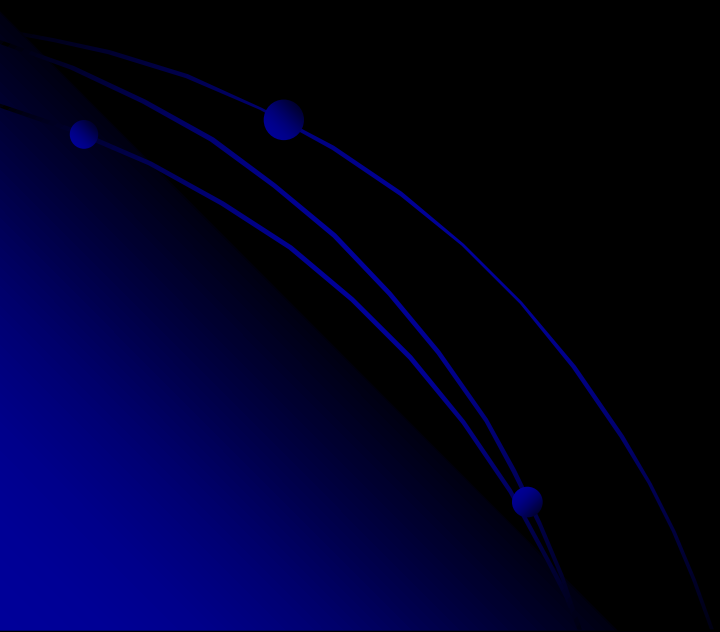
Sampling point

- MLSS samples should be taken from the effluent end of the aeration basin or from the channel between the aeration basin and the secondary clarifier.



Sampling Time

- During critical periods and bulking control daily examinations maybe required
- For routine examination once or twice per week will suffice.



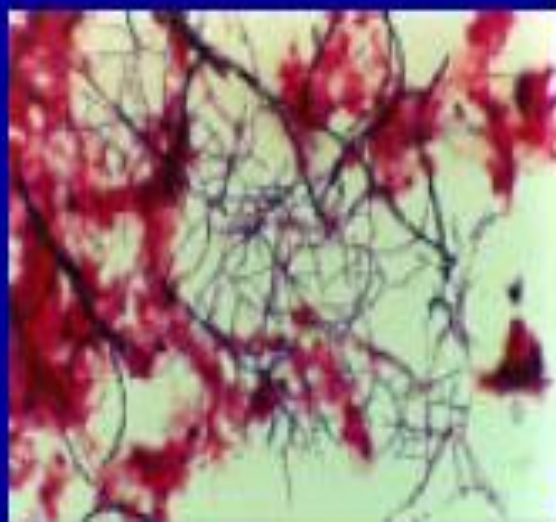
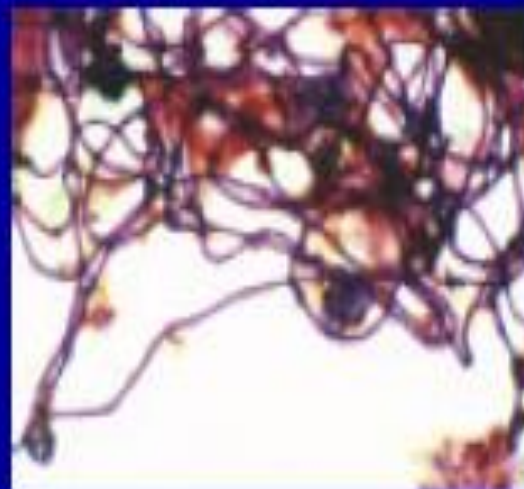
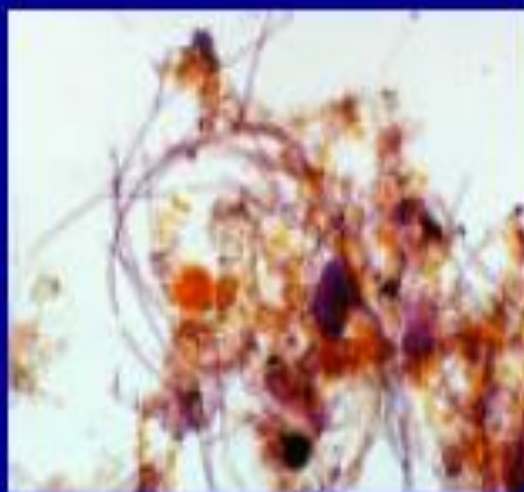
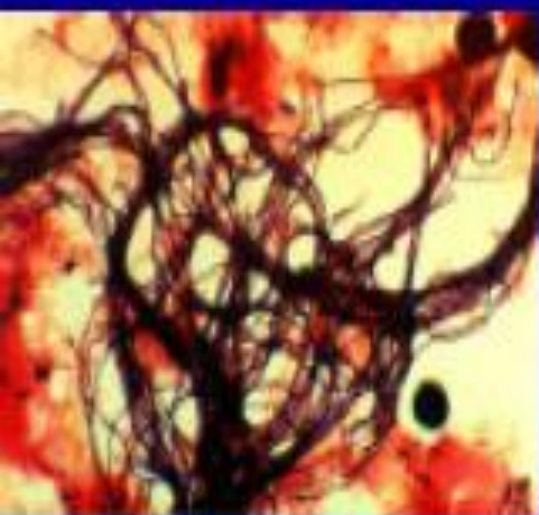
Sample Transport and Storage

- For on-site examination within several hours otherwise should be kept at 4 °C. For off-site examination sample container should have an air space
- Neither chemically preserved nor frozen
- At most kept at 4 °C for 3-4 days of its sampling
- 5-10 ml are needed for each test.

Microscopic Examination procedure

- Gram Stain, Modified Hucker Method
- Neisser Stain
- Sulfur Oxidation Test (S test)
- India Ink Reverse Stain
- Polyhydroxybutyrate (PHB) Stain
- Crystal Violet Sheath Stain

FILAMENTOUS M.O. RESPONSIBLE FOR FOAMING



Examine the Wet mount

For General Size and Shape of floc

A: Size

B: Shape

C: The presence of protozoa

D: The presence of free cells

E: The presence and effect of filamentous

F: The abundance of filamentous

Subjective Scoring Filament Abundance

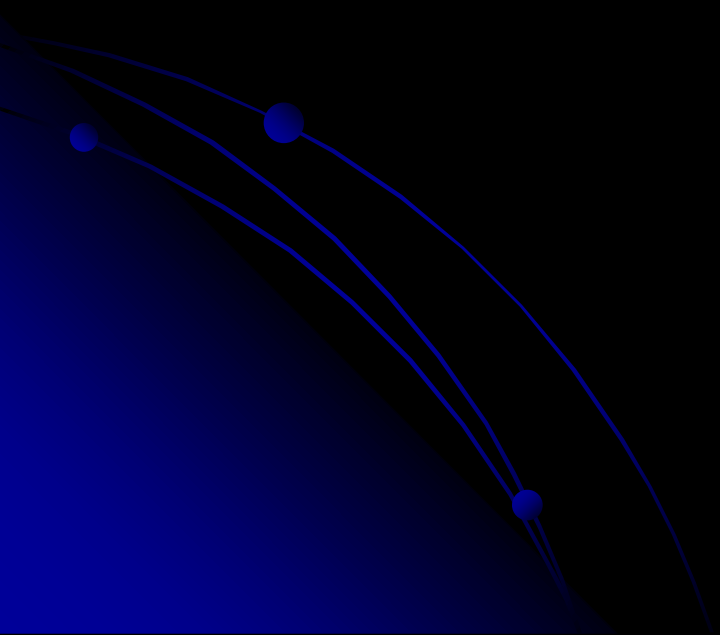
Numerical Value	Abundance	Explanation
0	none	Not observed
1	few	observed in an occasional floc
2	some	observed commonly but not in all flocs,
3	Common	observed commonly in all flocs but at low density
4	Very common	observed commonly in all flocs but at medium density
5	abundant	observed commonly in all flocs but at high density
6	excessive	High abundance

Filamentous Organism Identification

- Branching, Motility
- Filament Shape, Color, Location
- Attached cells, Sheath, Cross walls
- Filament Diameter and Length
- Cell shape and cell size
- Sulfur deposits and other Granules
- Stains, 1000X (Gram, Neisser)

Branching

- **True Branching**, where there is a contiguous cytoplasm between branch trichomes e.g. Fungi and *Nocardia spp.*
- **False Branching**, two trichomes have merely stuck together and grown outward e.g. *Sphaerotilus natans*





S. natans (1000X)

Motility

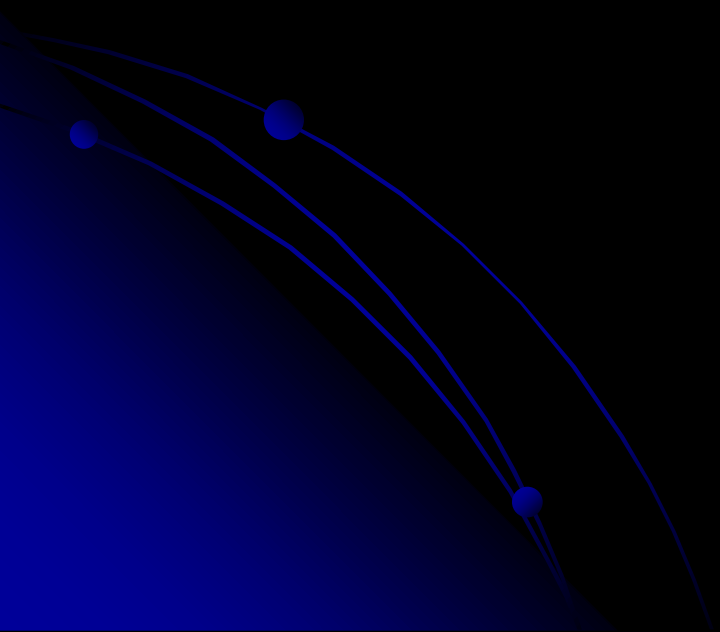
- Only a few filamentous organisms in AS are motile
- *Beggiatoa* spp., *Flexibacter* spp and some blue-green bacteria (Cyanophyceae) are motile by gliding.
- *Thiothrix* spp and type 021N are motile by twitching

Filament Shape(pp40)

- Straight e.g. *Beggiatoa*,
- Smoothly- curved e.g. *Thiothrix*
- Bent e.g. *type 1851*
- Irregularly-shaped e.g. *Microthrix parvicella*
- Chain of cells e.g. *Bacillus spp*
- Coiled or mycelial e.g. *Nostocoida limicola*

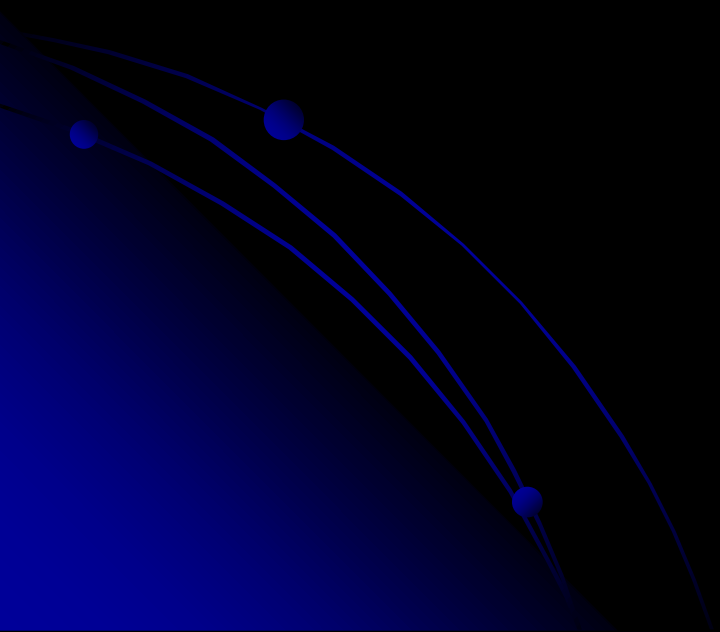
Filament Color

- Transparent,
- Medium
- Dark



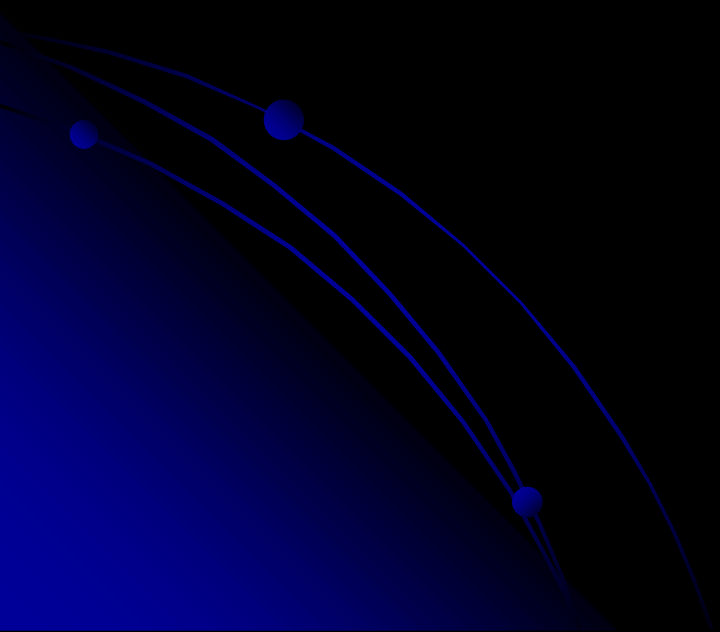
Filamentous Location

- Extending from floc surface *e.g. 021N*
- Found mostly within the floc *e.g. fungi*
- Free in the liquid between flocs *e.g. Flexibacteria*



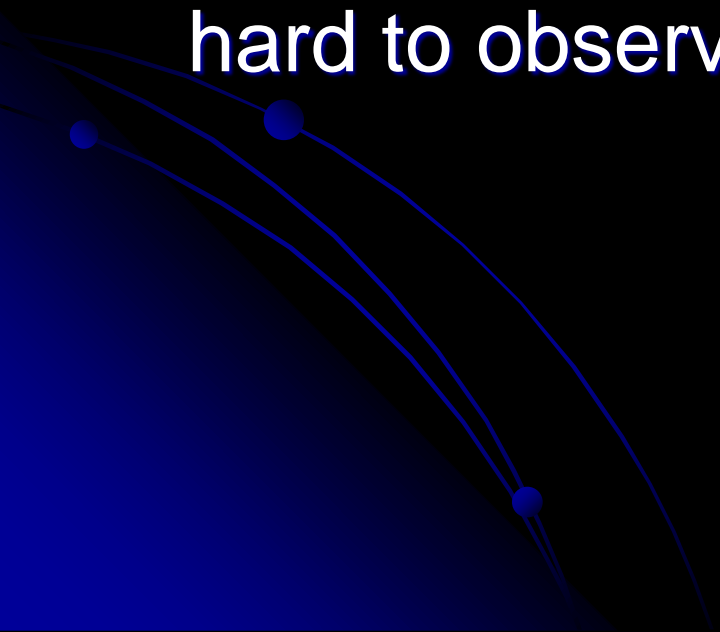
Attached growth or unicellular bacteria

- Substantial growth
- Incidental



Sheath

- Is the most difficult characteristics to establish
- A true sheath is a clear structure hence is hard to observe exterior to the cell wall



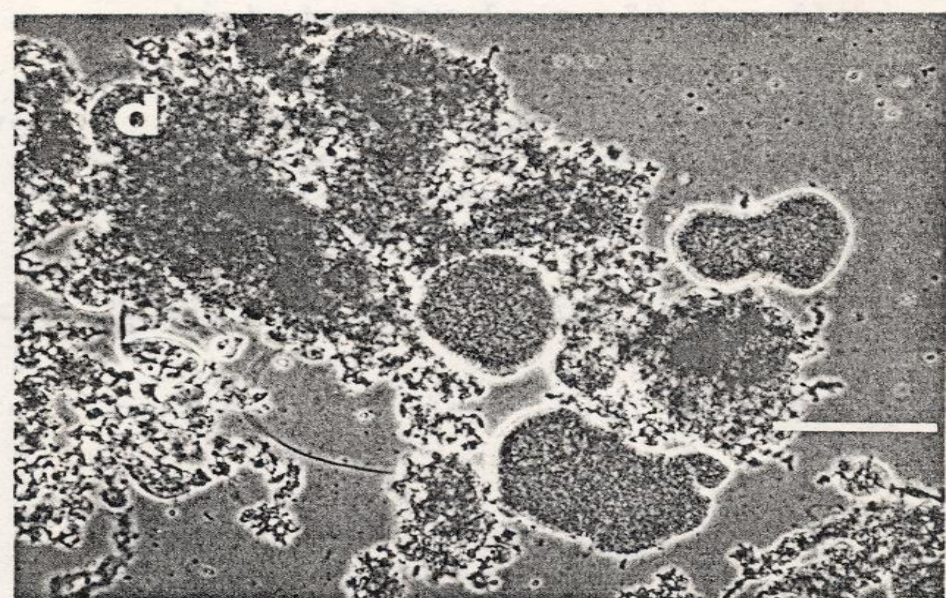
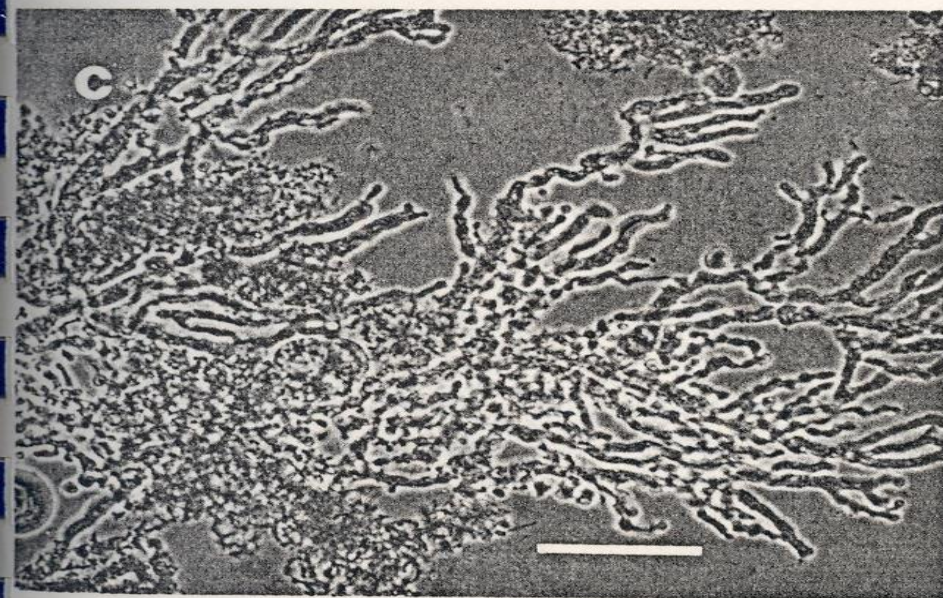
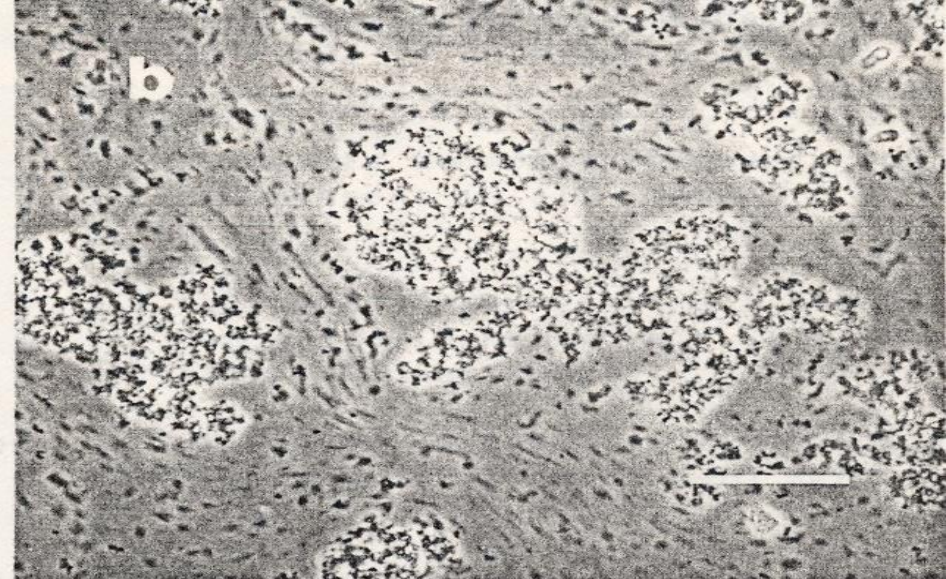
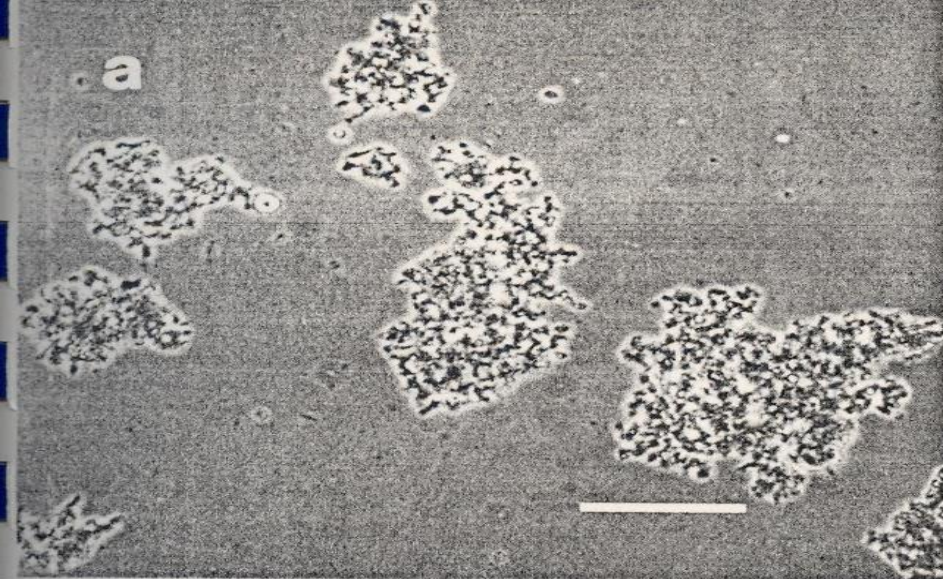


Figure 12. Floc "texture" in activated sludge (a and b): a. rounded, firm and compact; b. irregular and diffuse with substantial free cells. Appearance of fingered (c) and amorphous (d) zoogloeoal organisms in activated sludge (all 100X phase contrast; bar = 100 μ m).

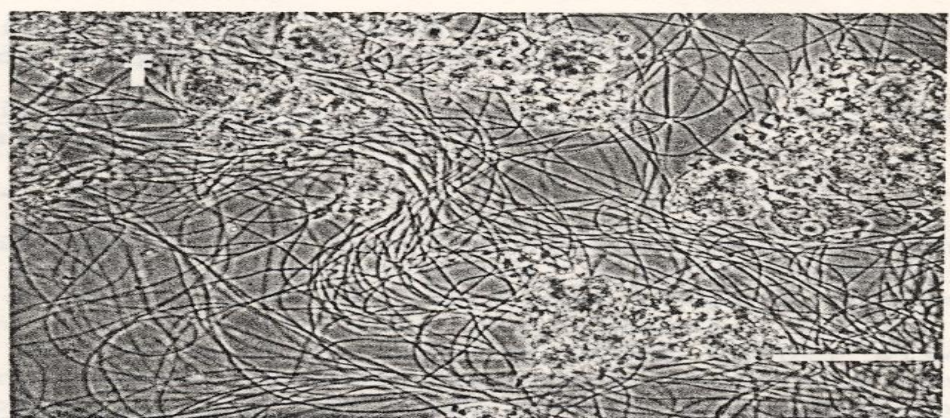
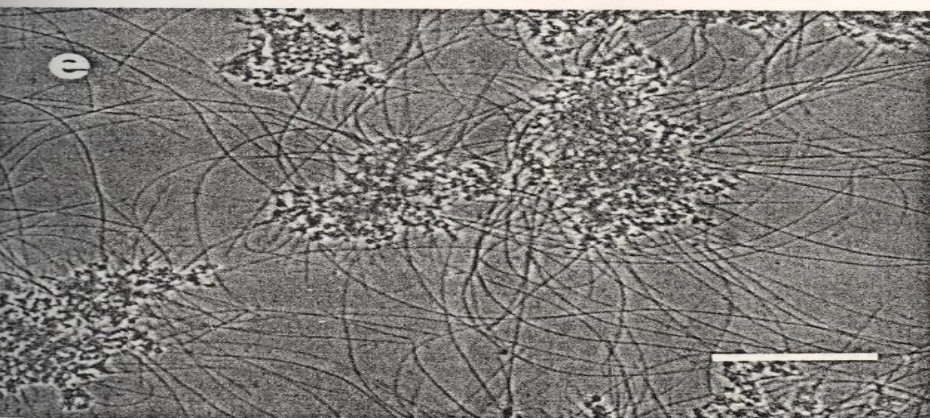
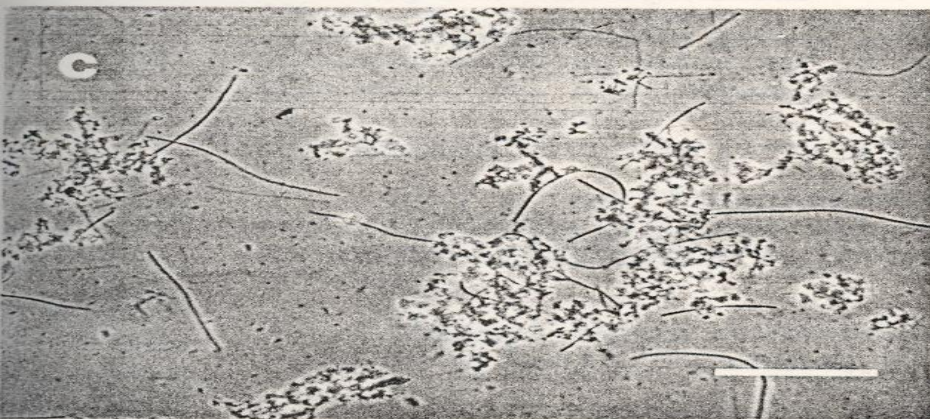
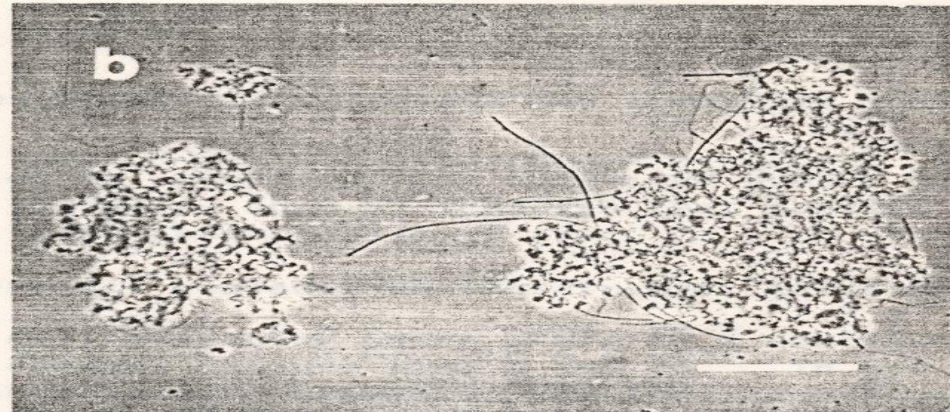
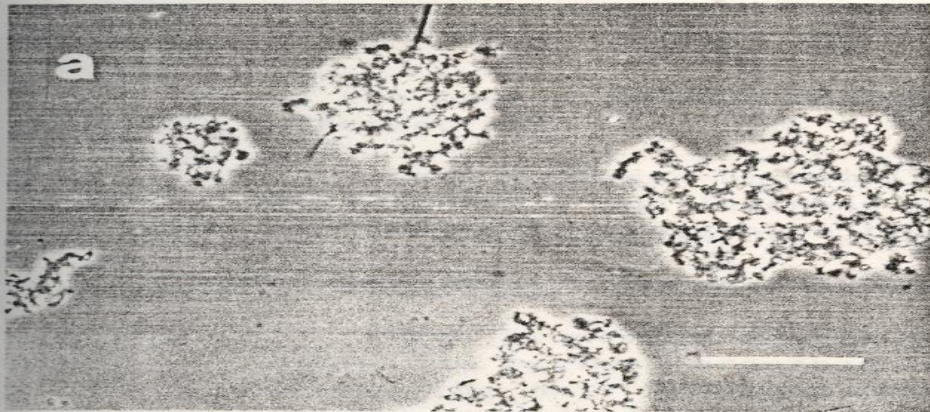


Figure 13. Filament abundance categories using subjective scoring system:
a. few; b. some; c. common; d. very common; e. abundant; and
f. excessive (all 100X phase contrast; bar = 100 μ m).

TABLE 13. SUGGESTED FORMAT FOR FILAMENTOUS ORGANISM IDENTIFICATION WORKSHEET
- PAGE ONE

No. _____ Sample _____

SAMPLE DATE ____/____/____

OBSERVATION DATE ____/____/____

FILAMENT ABUNDANCE

0

None

1

Few

2

Some

3

Common

4

Very Common

5

Abundant

6

Excessive

FILAMENT EFFECT ON FLOC STRUCTURE:

Little or None

Bridging

Open Floc Structure

MORPHOLOGY OF FLOC:

Firm

Round, Compact

Weak

Irregular, Diffuse

FLOC DIAMETER (µm)

<150

150 - 500

>500

FEATURES:

Free cells in suspension _____

Zoogloea's _____

Inorganic/Organic Particles _____

FILAMENTOUS MICROORGANISM SUMMARY:

	Rank	Abundance		Rank	Abundance
<u>Nocardia</u> sp.			<u>M. parvicella</u>		
type 1701			type 0581		
<u>S. natans</u>			type 0092		
type 021N			type 0803		
<u>Thiothrix</u> sp.			type 1851		
type 0041			type 0961		
<u>H. hydrossis</u>			other		
<u>N. limicola</u>			other		

x = Dominant

0 = Secondary

REMARKS:

TABLE 14. SUGGESTED FORMAT FOR FILAMENTOUS ORGANISM IDENTIFICATION WORKSHEET
- PAGE TWO

No. _____ Sample _____

COMMENTS:

OBSERVATION OF:

Protozoa:

Metazoa:

WET MOUNT OBSERVATION, 1000X, PHASE CONTRAST:

FILAMENT #	A	B	C	D	E
BRANCHING					
MOTILITY					
FILAMENT SHAPE					
COLOR					
LOCATION					
ATTACHED UNICELLS					
SHEATH					
CROSSWALLS					
FILAMENT DIAMETER					
LENGTH					
CELL SHAPE					
SIZE					
SULFUR DEPOSITS					
OTHER GRANULES					
COMMONNESS					
RANK					
<u>STAINS, 1000X</u>					
GRAM					
NEISSER					
I.D.					

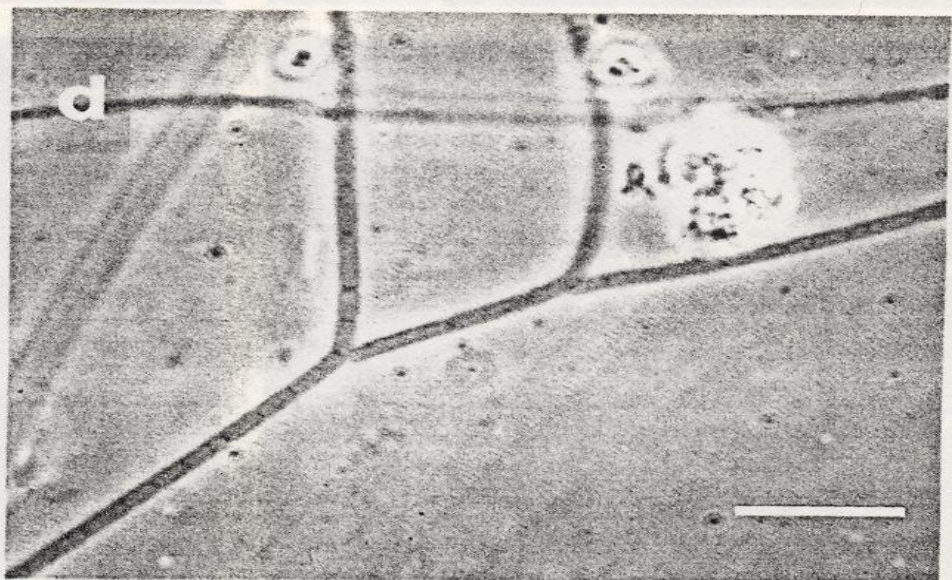
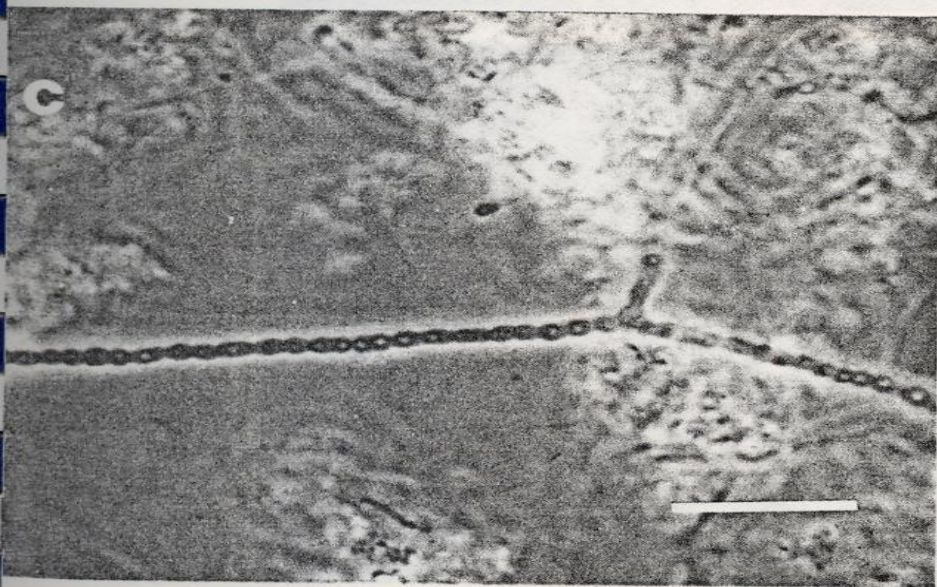
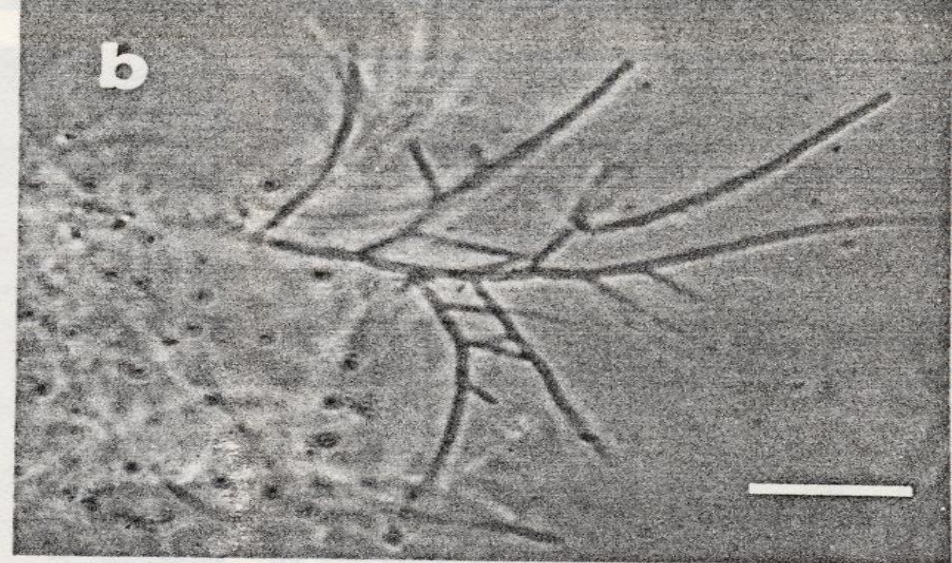


Figure 14. Trichome branching observed for filamentous organisms in activated sludge: a., b. and c. true branching (fungus, Nocardia sp., and Nostocoida limicola II respectively); d. false-branching (Sphaerotilus natans)(all 1000X phase contrast; bar = 10 μ m).

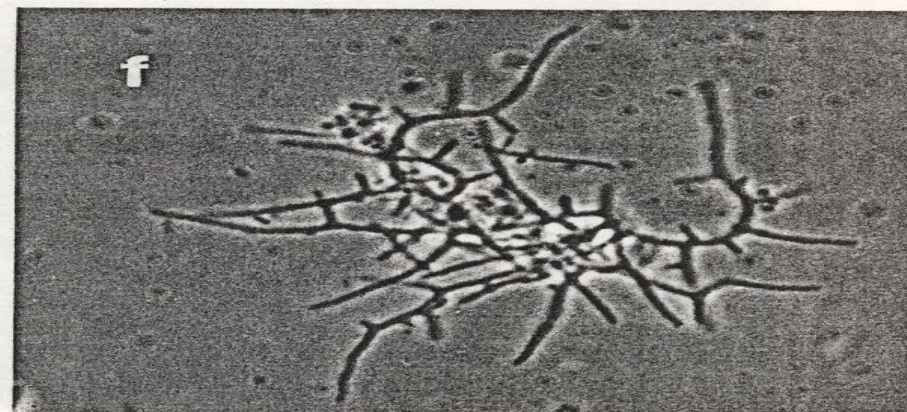
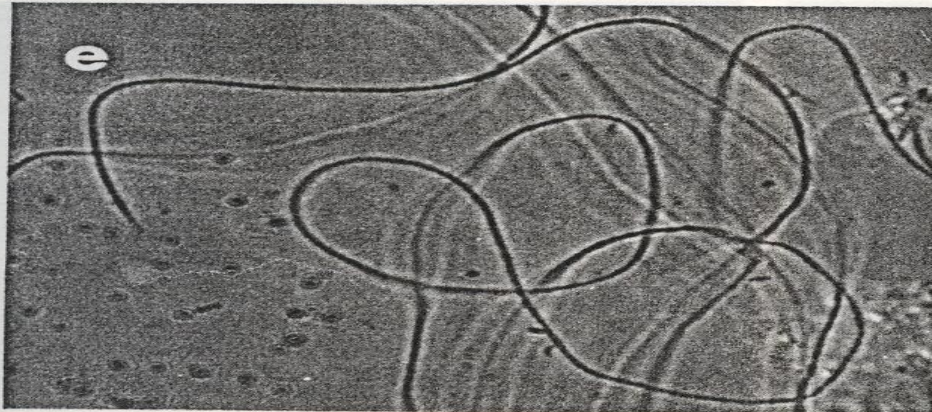
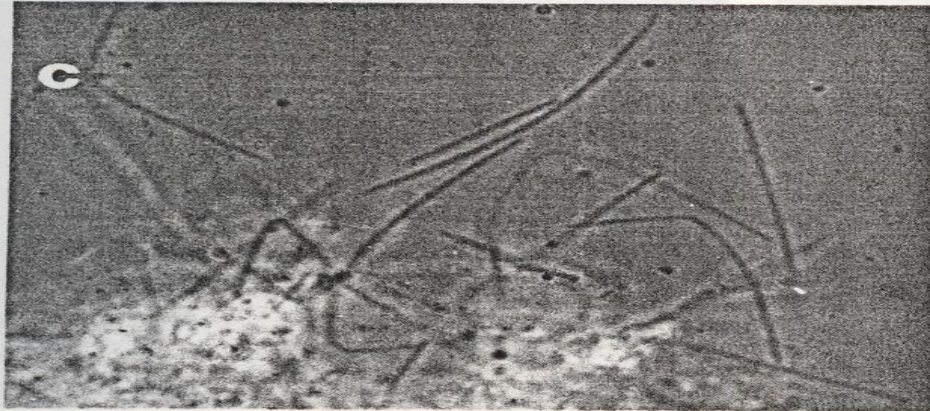
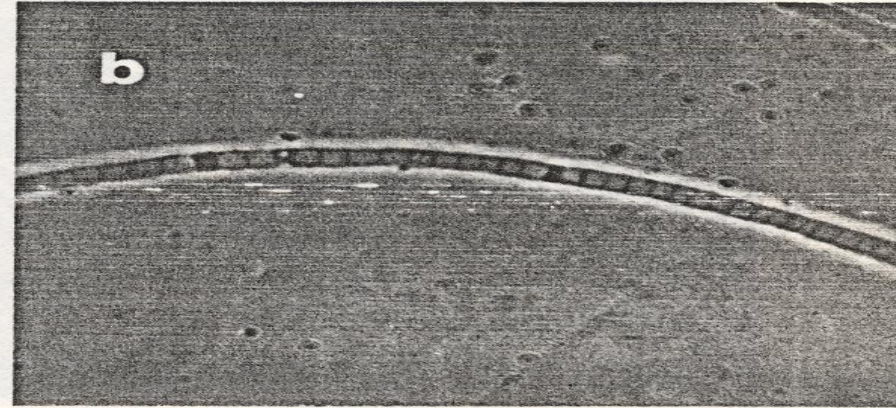
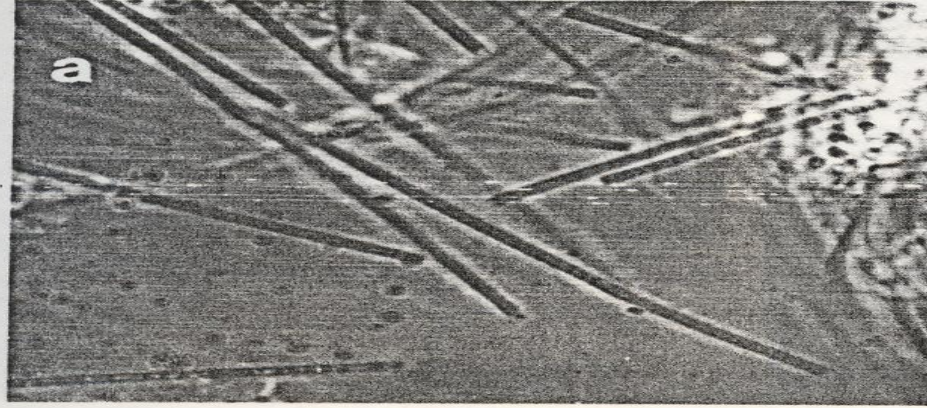


Figure 15. Examples of filament shapes: a. straight; b. smoothly-curved; c. bent; d. irregularly-shaped "chain of cells"; e. coiled; and f. mycelial (all 1000X phase contrast).

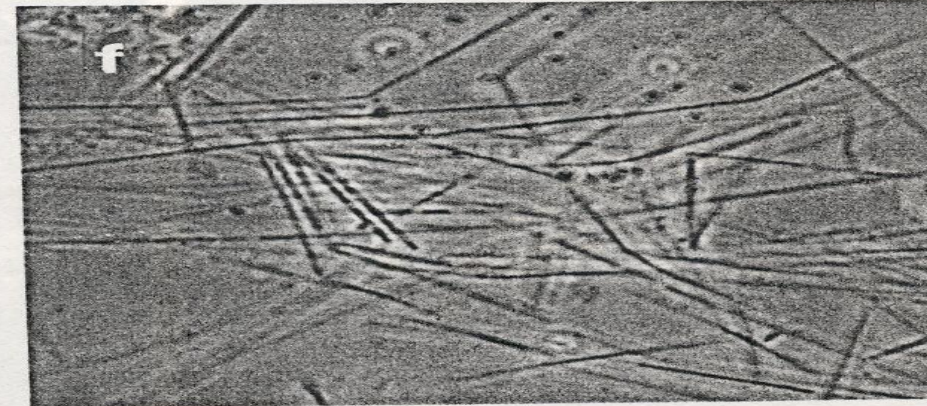
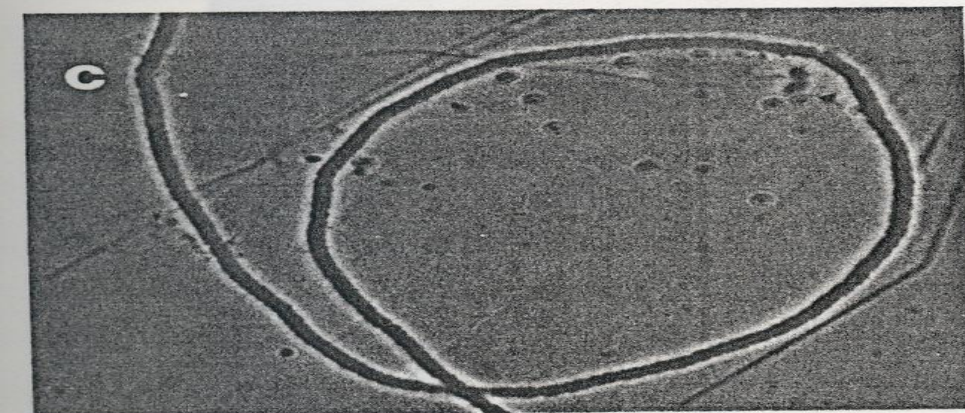
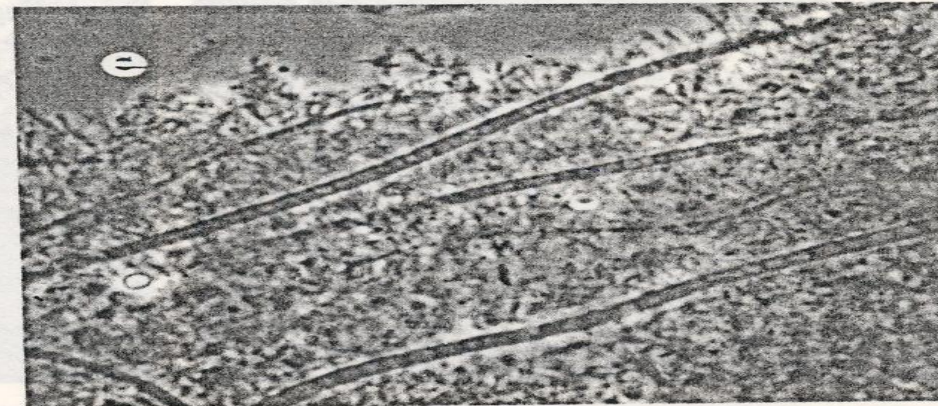
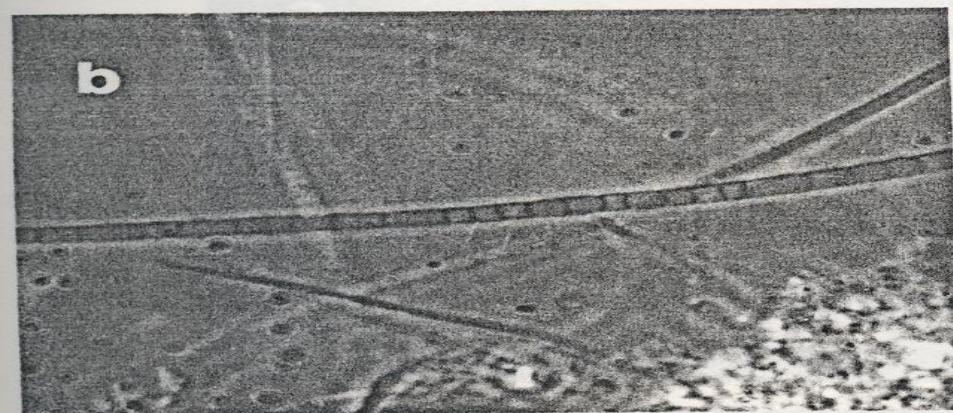
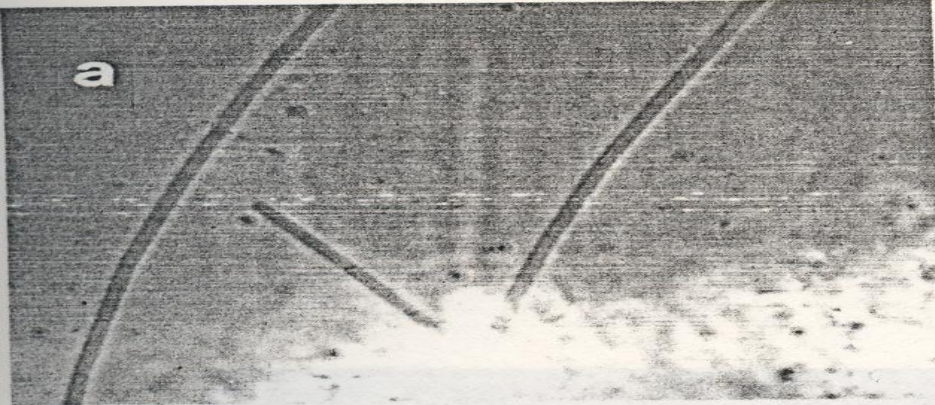


Figure 16. "Color" of filamentous organisms (a, b and c): a. transparent; b. medium; and c. dark. Location of filaments in activated sludge (d, e and f): d. extending from floc surface; e. mostly within the floc; and f. free (all 1000X phase contrast).

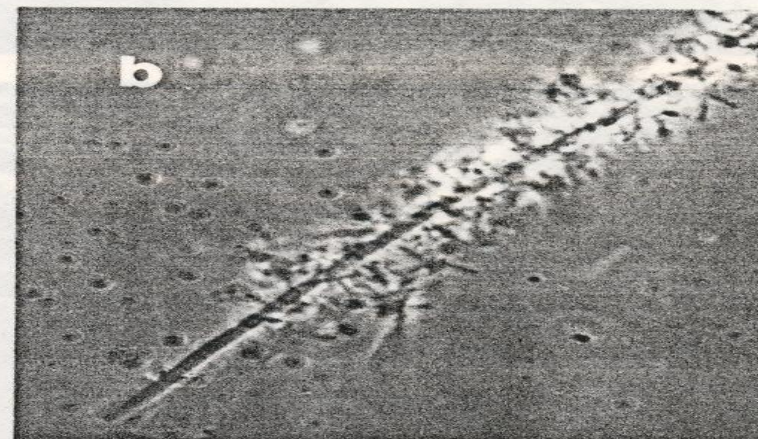
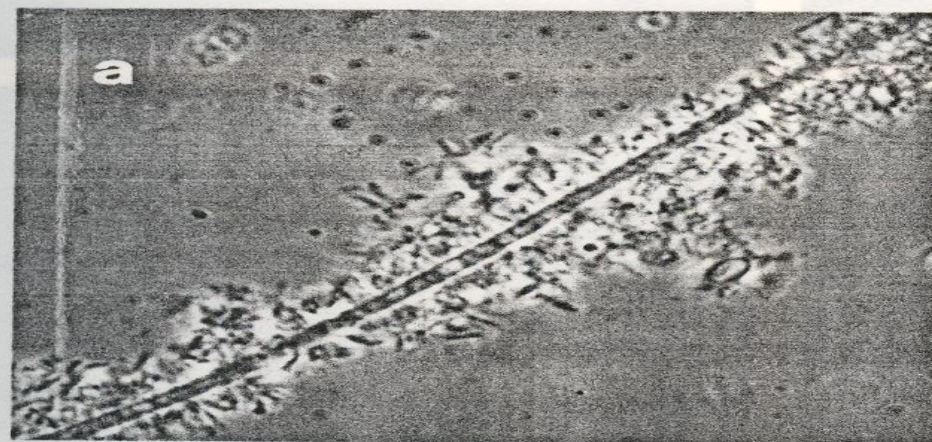


Figure 17. Attached growth of epiphytic bacteria on filamentous organism
a., b. and c. substantial (types 0041, 0675 and 1701 respectively)
d. incidental (type 1851)(all 1000X phase contrast).

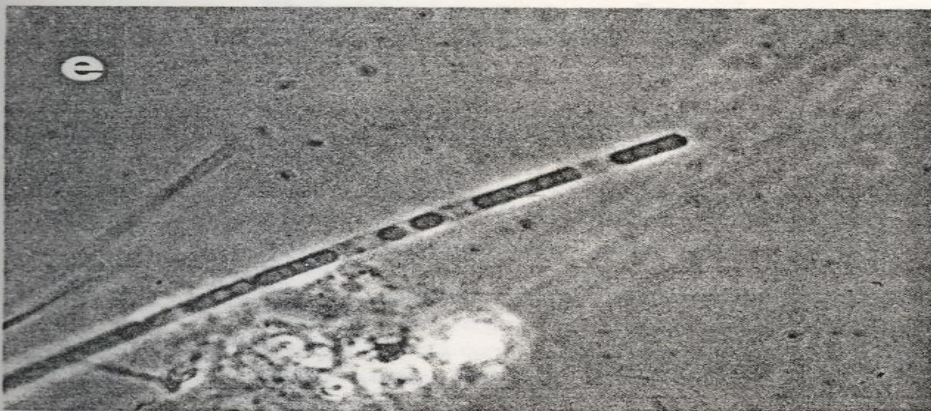
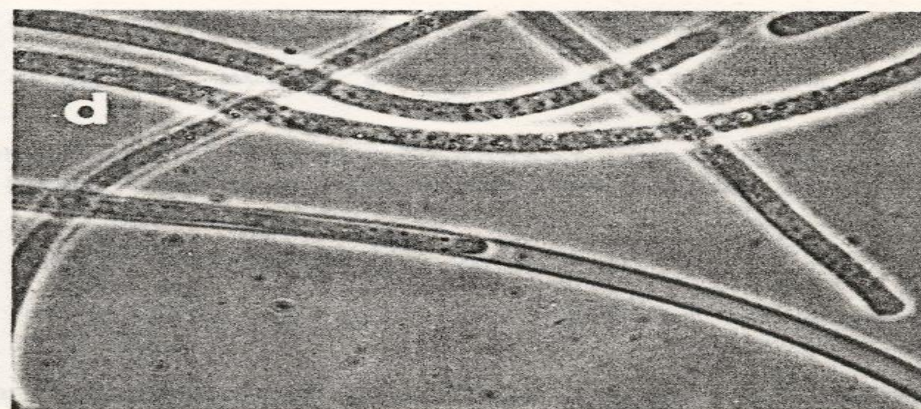
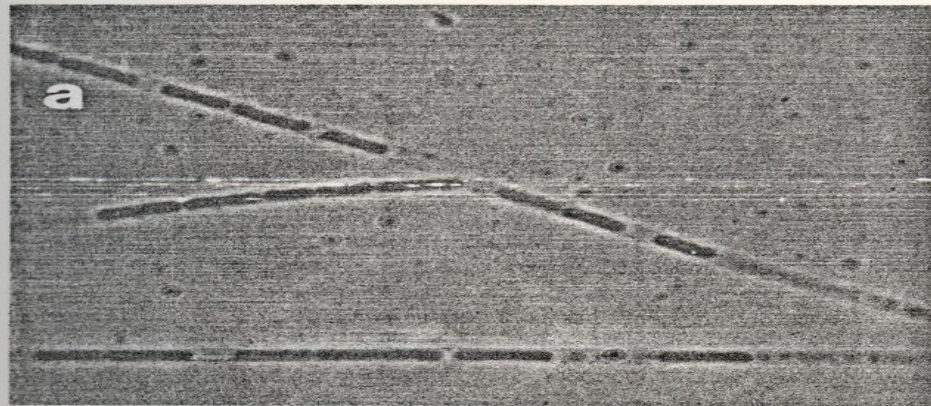


Figure 18. Appearance of sheaths: a. Sphaerotilus natans; b. type 1701; c. Thiothrix II; d. Thiothrix I; e. type 0041; and f. type 1701, stained with crystal violet (all 1000X phase contrast).

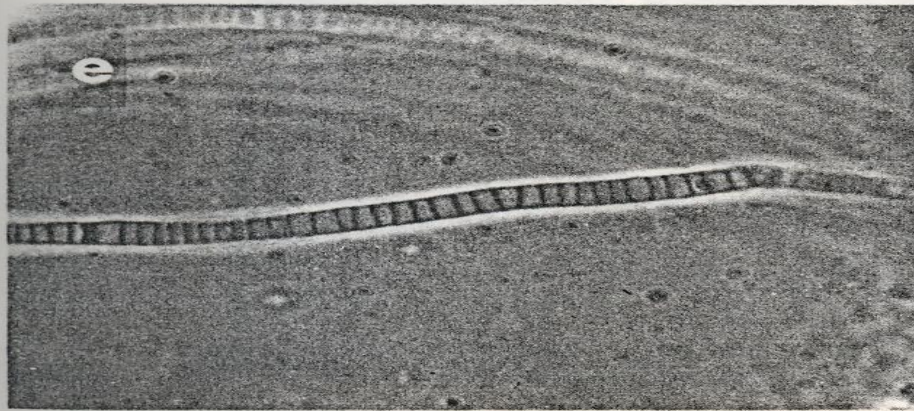
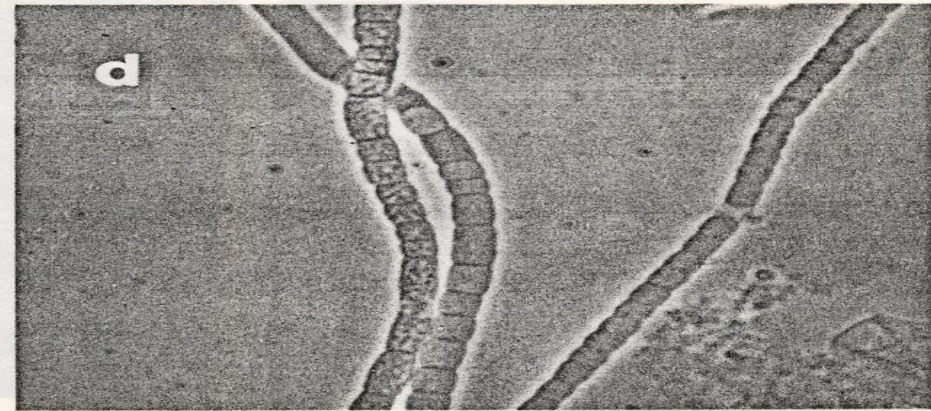
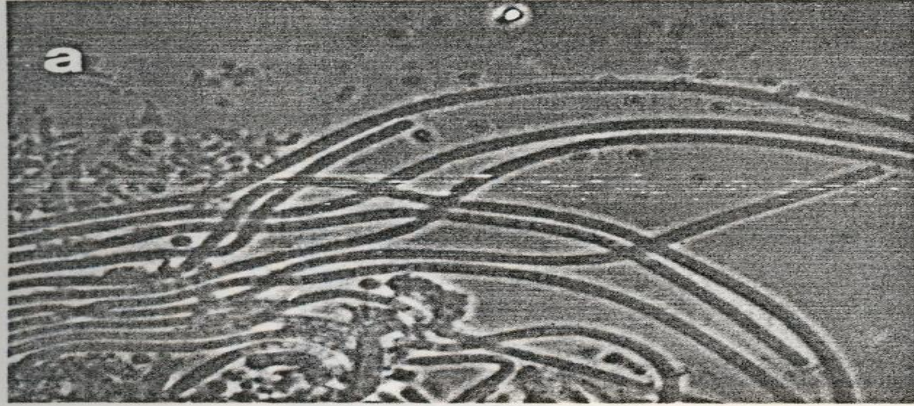


Figure 19. Cell shapes observed for filamentous organisms in activated sludge: a. square; b. rectangular; c. oval; d. barrel; e. discoid; and f. round-ended rods (all 1000X phase contrast).

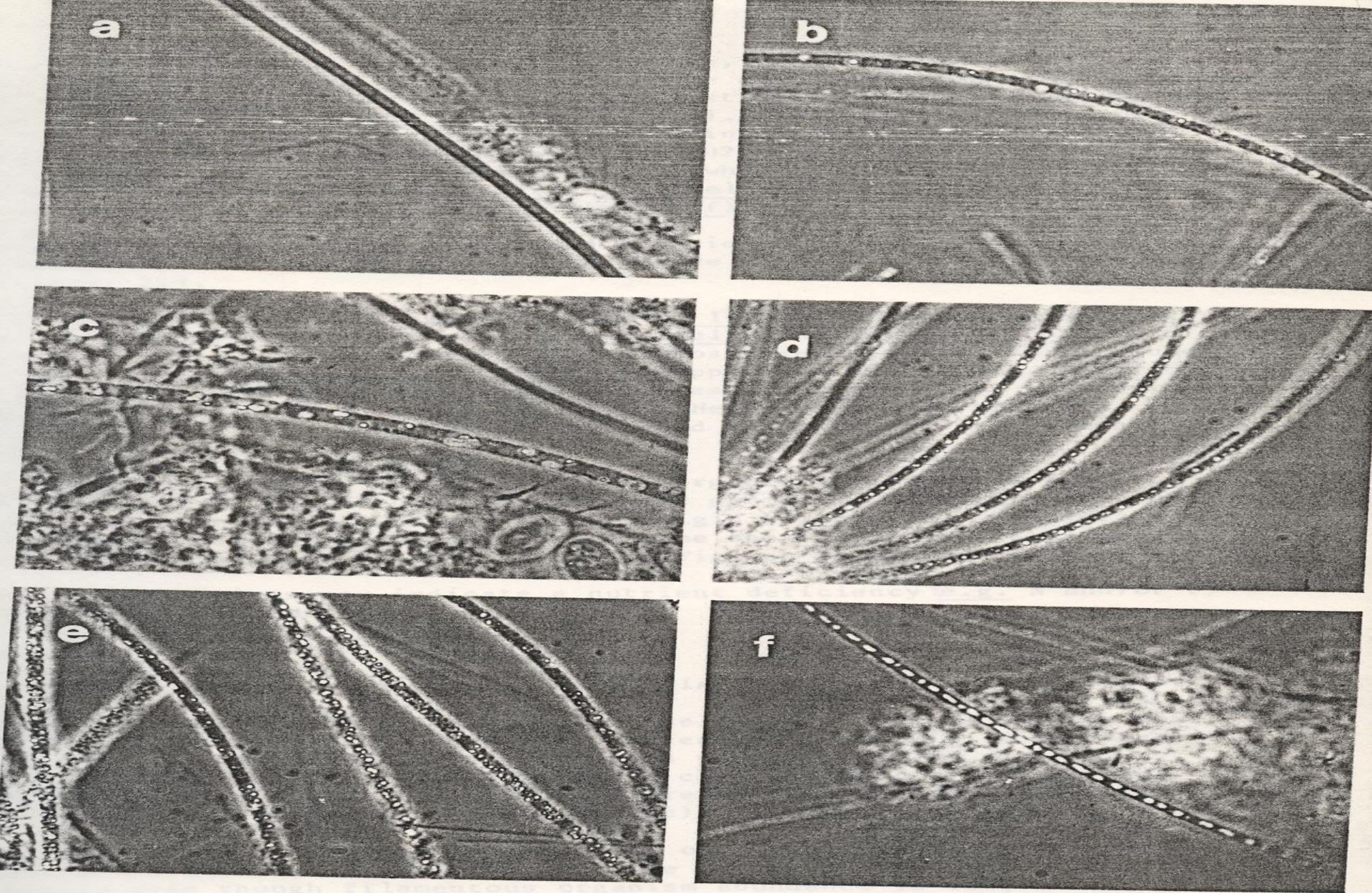


Figure 20. Deposition of intracellular sulfur granules during the S test (a and b): before (a) and after (b) adding sodium sulfide. Appearance of intracellular sulfur granules in filamentous organisms (c, d, e and f): c. *Thiothrix* I; d. *Thiothrix* II; e. type 021N; and f. type 0914 (all 1000X phase contrast).

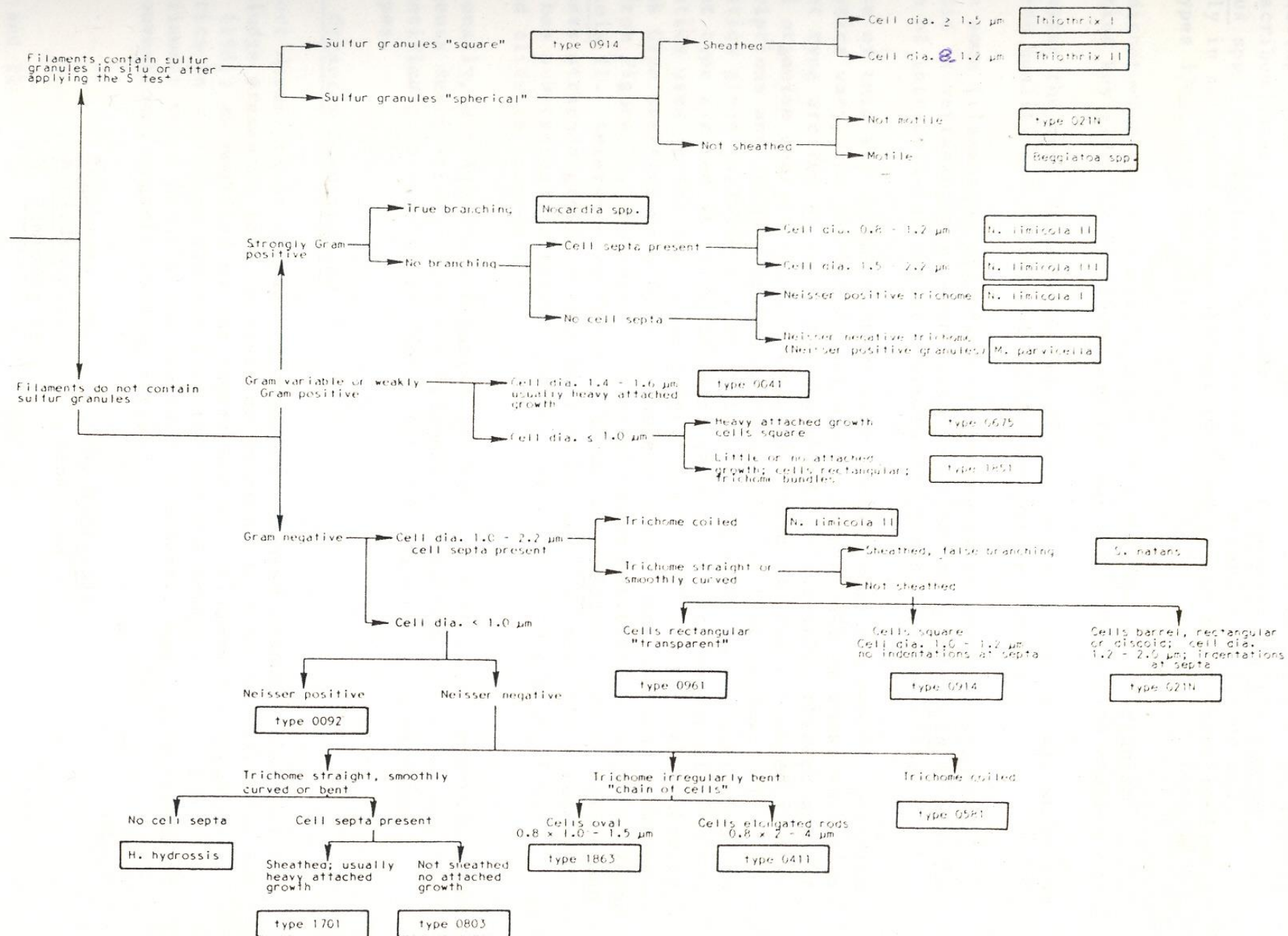


Figure 23. Dichotomous key for filamentous organism "identification" in activated sludge.

TABLE 15. SUMMARY OF TYPICAL MORPHOLOGICAL AND STAINING CHARACTERISTICS OF FILAMENTOUS ORGANISMS COMMONLY OBSERVED IN ACTIVATED SLUDGE.

FILAMENT TYPE	GRAY STAIN	TRICHOME NEISSER STAIN	in situ SULFUR GRANULES	OTHER CELL INCLUSIONS	TRICHOME DIAMETER μm	TRICHOME LENGTH μm	TRICHOME SHAPE	TRICHOME LOCATION	CELL SEPTA CLEARLY OBSERVED	INCENTATIONS AT CELL SEPTA	SHEATH	ATTACHED GROWTH	CELL SHAPE AND SIZE μm	NOTES
<i>S. natans</i>	-	-	-	-	PHB	1.0 - 1.4	> 500	St	E	+	+	+	+	False branching
type 1701	-	-	-	-	PHB	0.6 - 0.8	20 - 80	St, B	1, E	+	+	+	+	round-ended rods to discolor
type 0041	+V	-	-	-	-	1.4 - 1.6	100 - 500	St	1, E	-	+	+	+	round-ended rods to discolor
type 0675	+V	-	-	-	-	0.8 - 1.0	50 - 150	St	1	+	+	+	+	reaction positive
type 021N	-	-	-	-	PHB	1.0 - 2.0	50 - >500	St, SC	E	+	+	+	+	reaction positive
Thiothrix I	-	-	-	-	PHB	1.4 - 2.5	100 - >500	St, SC	E	+	+	+	+	reaction positive
Thiothrix II	-	-	-	-	PHB	0.8 - 1.4	50 - 200	St, SC	E	+	+	+	+	reaction positive
type 0914	-	-	-	-	PHB	1.0	50 - 200	St	E, F	+	+	+	+	reaction positive
Beggiatoa spp.	-	-	-	-	PHB	1.2 - 3.0	100 - >500	St	F	-	-	-	-	reaction positive
type 1851	weak	-	-	-	-	0.8	100 - 300	St, B	E	+	+	+	+	reaction positive
type 0803	-	-	-	-	-	0.8	50 - 150	St	E, F	+	+	+	+	reaction positive
type 0092	-	-	-	-	+	0.8 - 1.0	20 - 60	St, B	1	+	+	+	+	reaction positive
type 0961	-	-	-	-	-	0.8 - 1.2	40 - 80	St	E	+	+	+	+	reaction positive
<i>M. parvicella</i>	+	-	-	-	PHB	0.8	100 - 400	C	1	-	-	-	-	reaction positive
<i>Nocardia</i> spp.	+	-	-	-	PHB	1.0	10 - 20	1	1	+	+	+	+	reaction positive
<i>N. limicola</i> I	+	+	-	-	-	0.8	100	C	1, E	-	-	-	-	reaction positive
<i>N. limicola</i> II	-	+	-	-	PHB	1.2 - 1.4	100 - 200	C	1, E	+	+	+	+	reaction positive
<i>N. limicola</i> III	+	+	-	-	PHB	2.0	200 - 300	C	1, E	+	+	+	+	reaction positive
<i>H. hydrophila</i>	-	-	-	-	-	0.5	20 - 100	St, B	1, E	-	-	-	-	reaction positive
type 0581	-	-	-	-	-	0.5 - 0.8	100 - 200	C	1	-	-	-	-	reaction positive
type 1863	-	-	-	-	-	0.8	20 - 50	B, 1	E, F	+	+	+	+	reaction positive
type 0411	-	-	-	-	-	0.8	50 - 150	B, 1	E	+	+	+	+	reaction positive

PHASE CONTRAST OBSERVATION 1000X

BRIGHT FIELD OBSERVATION

Notation: + = positive; - = negative; V = variable; single symbol invariants; +, -, or +, -, variable, the first being most observed.

Trichome shapes: St = straight; B = bent; SC = smooth curved; C = coiled; I = irregularly-shaped.

Trichome arrangements: E = ends free from the fluid; F = free in liquid between the films.

F = free in liquid

det

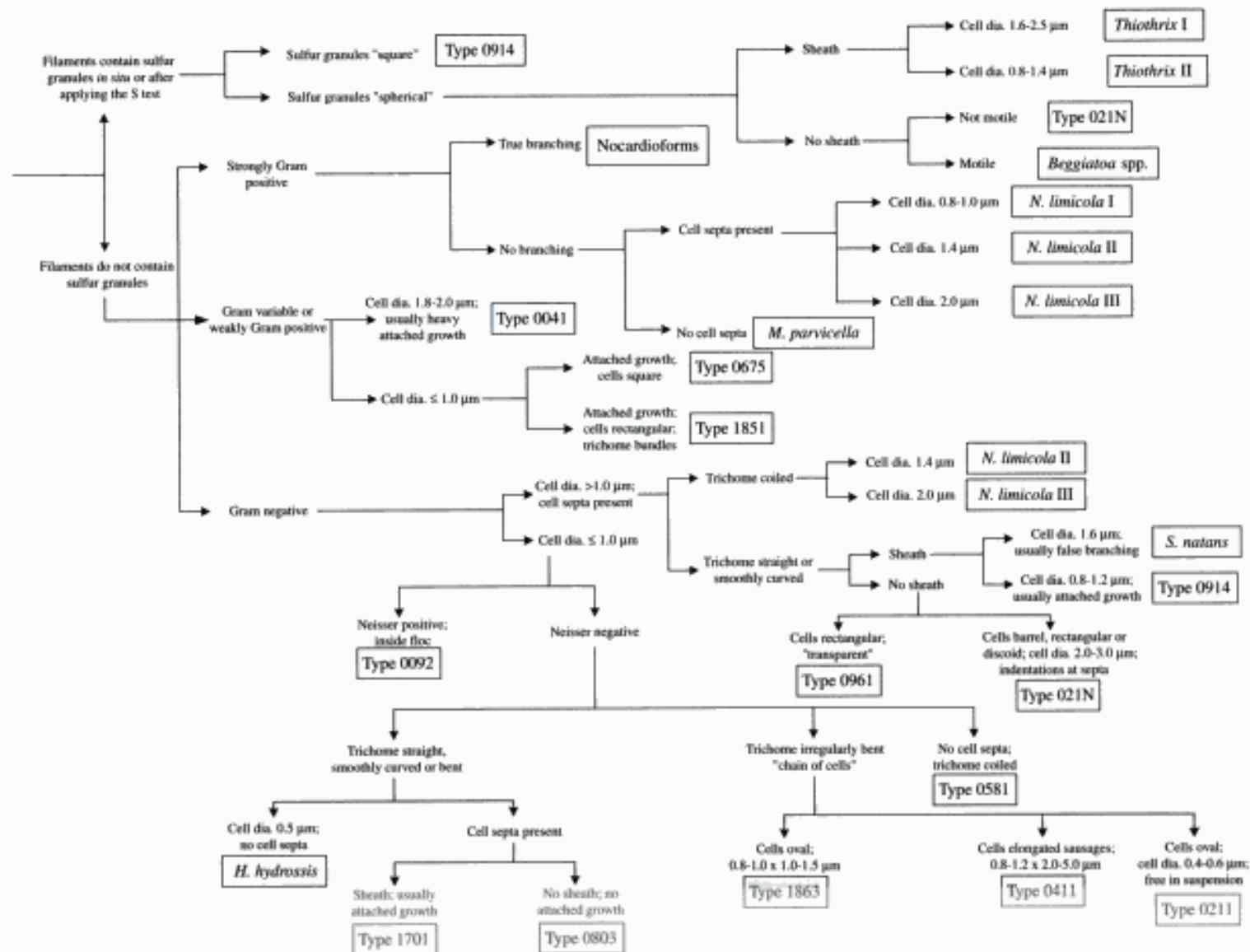


FIGURE 2.20 Dichotomous key for the identification of filamentous organisms in activated sludge.